

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ Offenlegungsschrift
DE 43 39 395 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 43 39 395.0
㉑ Anmeldetag: 18. 11. 93
㉒ Offenlegungstag: 19. 5. 94

㉓ Int. Cl.⁵:
G 02 F 1/1333
G 09 F 9/35
C 09 K 19/06
C 09 K 19/38
// C09K 19/24, 19/32,
19/22, 19/34, 19/40,
19/14, 19/18, 19/20,
19/12, 19/30, C09B
1/00, 55/00, 47/00,
47/04, 29/06, 29/10,
57/00

DE 43 39 395 A 1

㉔ Unionspriorität: ㉕ ㉖ ㉗
18.11.92 JP 308377/92 24.06.93 JP 153265/93

㉘ Anmelder:
Fuji Photo Film Co., Ltd., Minami-ashigara,
Kanagawa, JP

㉙ Vertreter:
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Ritter und Edler
von Fischern, B., Dipl.-Ing.; Kolb, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte; Nette, A., Rechtsanw.,
81925 München

㉚ Erfinder:
Arakawa, Kohei, Minami-ashigara, Kanagawa, JP;
Nishiura, Yosuke, Minami-ashigara, Kanagawa, JP;
Ito, Yoji, Minami-ashigara, Kanagawa, JP

㉛ Optisch anisotropes Element und Verfahren zur Herstellung desselben

㉜ Die vorliegende Erfindung stellt ein optisch anisotropes Element, das zur Verbesserung von Sehwinkel-Charakteristika, von Anzeigekontrast und Anzeigefarbe eines Flüssigkristall-Anzeigeelements des TN-Typs zu verwenden ist, und ein Verfahren zur Herstellung desselben bereit. Das optisch anisotrope Element hat ein Flüssigkristall-Anzeigeelement, welches eine Flüssigkristall-Zelle, in der ein verdrehter nematischer Flüssigkristall zwischen zwei Elektrodensubstrate gequetscht ist, und zwei polarisierende Elemente an beiden Seiten davon umfaßt, wobei das optisch anisotrope Element zwischen der Flüssigkristall-Zelle und dem polarisierenden Element angeordnet ist, es eine folienartige Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist und so angeordnet ist, daß seine optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche ist, sie z. B. in einem Winkel von 10° bis 40° von einer Richtung senkrecht zur Folienoberfläche weg geneigt ist. Im Resultat wird eine Phasendifferenz, die durch die Flüssigkristall-Zelle in bezug auf schräg einfallendes Licht verursacht wird, durch eine Phasendifferenz des optisch anisotropen Elements RF kompensiert; und es kann ein Flüssigkristall-Anzeigeelement hoher Qualität ohne Abhängigkeit vom Sehwinkel erhalten werden.

DE 43 39 395 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein optisch anisotropes Element und ein Verfahren zur Herstellung desselben und insbesondere auf ein optisch anisotropes Element, das zur Verbesserung von Sehwinkel-Charakteristika, von Anzeigekontrast und Anzeigefarbe eines Anzeigeelements mit einem verdrehten nematischen Flüssigkristall zu verwenden ist, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen optisch anisotropen Elements.

Die Kathodenstrahlröhre (CRT) stellt eine Hauptströmung der Anzeigeelemente für ein elektronische Bürosysteme wie z. B. für Textverarbeitungsgeräte für die japanische Sprache, Schreibtisch-PC's, usw.; allerdings wird die CRT nun durch ein Flüssigkristall-Anzeigeelement ersetzt, da das letztgenannte viele Vorteile wie z. B. eine kleine Form mit geringem Gewicht, geringer Energieverbrauch usw. hat. Die meisten der propagierten Flüssigkristall-Anzeigeelemente (nachfolgend als "LCD" bezeichnet) verwenden einen verdrehten nematischen Flüssigkristall. Anzeigesysteme, die einen derartigen Flüssigkristall verwenden, können grob in den Doppelbrechungs-Modus und den Modus der optischen Drehung eingeteilt werden.

In einem LCD, das den Doppelbrechungs-Modus verwendet, beträgt der Drehwinkel von Flüssigkristall-Molekülen mehr als 90° , und es hat sehr gute elektrooptische Charakteristika. So kann es durch Time-Sharing eine Anzeige mit großer Kapazität liefern, was selbst mit einer Elektrodenaufbau des einfachen Matrixtyps ohne aktive Elemente (wie z. B. Dünnschicht-Transistor oder Diode) erreicht wird. Allerdings hat es Nachteile wie z. B. eine langsame Reaktionsgeschwindigkeit (einige Hundert Millisekunden) oder Schwierigkeiten bei der Gradations-Anzeige; und seine Anzeige-Charakteristika übertreffen nicht die Anzeige-Charakteristika von Flüssigkristallelementen, die aktive Elemente (wie z. B. TFT-LCD, MJM-LCD, usw.) verwenden.

TFT-LCD und MJM-LCD verwenden ein Anzeigesystem nach dem Modus der optischen Drehung mit der Anordnung von Flüssigkristall-Molekülen, die um 90° verdreht sind (Anzeigeelement mit verdrehtem nematischen ["TN" = twist nematic] Flüssigkristall). Dieses Anzeigesystem stellt eine schnelle Reaktionsgeschwindigkeit (einige Zehn Millisekunden) bereit, liefert einfach eine schwarz/weiß-Anzeige, erreicht einen hohen Anzeigekontrast und ist im Vergleich zu anderen LCD-Systemen ein vielversprechendes System. Da es einen verdrehten nematischen Flüssigkristall verwendet, ändern sich allerdings Farbe der Anzeige und Kontrast der Anzeige in Abhängigkeit von der Betrachtungsrichtung, was im Prinzip des Anzeigesystems begründet ist; und es ist CRT in den Anzeige-Charakteristika nicht überlegen.

Zur Lösung des obigen Problems sind verschiedene Verfahren vorgeschlagen worden, um den Sehwinkel zu vergrößern, wobei ein Phasenverschiebungsfilm zwischen einem Paar polarisierende Platten und einer TN-Flüssigkristall-Zelle angeordnet wurde, wie dies in den japanischen Offenlegungsschriften 4-229828 und 4-258923 offenbart ist.

Bei dem in den obengenannten Offenlegungsschriften vorgeschlagenen Phasenverschiebungsfilm ist die Phasendifferenz in der Richtung senkrecht zur Oberfläche der Flüssigkristall-Zelle fast null. Es tritt kein optischer Effekt auf, wenn man von vorne schaut; eine Phasendifferenz tritt auf, wenn man aus einer schrägen Richtung schaut, und die Phasendifferenz, die durch die Flüssigkristall-Zelle verursacht wird, wird kompensiert.

Besonders Vorrichtungen, die in Fahrzeugen oder als Alternative zu CRT üblicherweise verwendet werden, können in Bezug auf Sehwinkel den Anforderungen nicht genügen.

Es ist allgemein bekannt, daß ein Flüssigkristall-Molekül in Richtung einer längeren Achse und in Richtung einer kürzeren Achse verschiedene Brechungsindizes hat. Wenn polarisiertes Licht in ein solches Flüssigkristall-Molekül, das hinsichtlich des Brechungsindex anisotrope Eigenschaften hat, eintritt, ändert sich der polarisierende Zustand in Abhängigkeit vom Winkel des Flüssigkristall-Moleküls. Bei dem verdrehten nematischen Flüssigkristall sind die Flüssigkristall-Moleküle verdreht zur Richtung senkrecht zur Oberfläche der Flüssigkristall-Zelle angeordnet. Das Licht, das durch die Flüssigkristall-Zelle geht, wird folglich entsprechend der Orientierung eines einzelnen Flüssigkristall-Moleküls der verdrehten Anordnung, polarisiert. Daher unterscheiden sich der Zustand des polarisierten Lichts, das sich durch die Zelle fortgepflanzt hat, in dem Fall, wo das Licht senkrecht in Flüssigkristall-Zelle eintritt, und in dem Fall, wo es schräg in die Flüssigkristall-Zelle eintritt. Im Ergebnis wird das Anzeigebild umgekehrt gesehen oder überhaupt nicht gesehen, was von der Betrachtungsrichtung abhängt; und dies ist in der praktischen Anwendung nicht wünschenswert.

Zur Lösung der obengenannten Probleme besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines optisch anisotropen Elements, das zur Verbesserung von Sehwinkel-Charakteristika, von Kontrast der Anzeige und Farbe der Anzeige bei einem TN-Flüssigkristall-Anzeigeelement zu verwenden ist, sowie eines Verfahrens zur Herstellung eines derartigen optisch anisotropen Elements.

Zur Lösung dieser Aufgabe hat das optisch anisotrope Element der vorliegenden Erfindung ein Flüssigkristall-Anzeigeelement umfassend eine Flüssigkristall-Zelle, in welcher ein verdrehter nematischer Flüssigkristall zwischen zwei Elektrodensubstrate eingequetscht ist, und zwei polarisierende Elemente, die auf beiden Seiten davon angeordnet sind; wobei das optisch anisotrope Element zwischen der Flüssigkristall-Zelle und dem polarisierenden Element angeordnet ist, es eine folienähnliche Struktur hat und negative einachsige Eigenschaften aufweist und in einer Weise angeordnet ist, daß seine optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche ist.

In diesem Fall ist es vorzuziehen, daß die optische Achse in Bezug auf die Richtung senkrecht zur Folienoberfläche in einem Winkel von 10° bis 40° geneigt ist. Ein derartiges optisch anisotropes Element kann einen Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht, der in einer Makromolekularen Matrix ausgerichtet ist, enthalten. In diesem Fall ist es vorteilhaft, daß die Orientierung des Flüssigkristalls mit niedrigem Molekulargewicht durch eine oder mehrere Vernetzungen zwischen makromolekularen Matrices, Vernetzungen zwischen den Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht oder Vernetzungen zwischen einer makromolekularen Matrix und einem Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht fixiert ist.

Das optisch anisotrope Element kann eine Struktur aufweisen, die Makromoleküle des orientierten Flüssigkristall-Typs enthält. In diesem Fall ist es vorzuziehen, daß die Flüssigkristall-Makromoleküle durch Gießen oder Auftragen auf ein homeotropes Orientierungssubstrat oder auf ein schräges Orientierungssubstrat ausgerichtet werden.

Das Verfahren zur Herstellung eines optisch anisotropen Elements der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein optisch anisotropes Element herzustellen, welches folienähnliche Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist und dessen optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienachse angeordnet ist, wobei es dadurch charakterisiert ist, daß Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht in einer makromolekularen Matrix dispergiert werden und daß eine Ausrichtung durch Anwendung eines elektrischen Feldes oder magnetischen Feldes erfolgt.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung eines optisch anisotropen Elements der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein optisch anisotropes Element herzustellen, welches eine folienähnliche Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist, und dessen optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche angeordnet ist, wobei eine Folie, die aus thermoplastischem Harz hergestellt ist und die Eigenschaften der Lichtdurchlässigkeit aufweist, zwischen beheizte Walzen mit unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten gequetscht wird, um Scherspannung zwischen beiden Seiten der Folie zu erzeugen.

Noch ein weiteres Verfahren zur Herstellung eines optisch anisotropen Elements der vorliegenden Erfindung besteht in der Herstellung eines optisch anisotropen Elements, welches folienähnliche Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist, und dessen optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche angeordnet ist, wobei Flüssigkristall-Makromoleküle auf ein homeotropes Orientierungssubstrat oder auf ein schräges Orientierungssubstrat gegossen oder aufgetragen werden, und eine Orientierung durch Anwendung eines elektrischen Feldes oder eines magnetischen Feldes durchgeführt wird.

Im folgenden wird beispielhaft anhand eines Flüssigkristall-Anzeigeelements des TN-Typs in Verbindung mit den Zeichnungen eine Beschreibung des Funktionsbetriebs der vorliegenden Erfindung gegeben.

Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 stellen jeweils den polarisierenden Zustand von Licht dar, das sich durch ein Flüssigkristall-Anzeigeelement fortpflanzt, wenn eine Spannung, die höher als die Schwellenspannung ist, an eine Flüssigkristall-Zelle angelegt wird. Das Flüssigkristall-Anzeigeelement zeigt einen leuchtenden Zustand, wenn keine Spannung angelegt ist.

Fig. 2 zeigt einen polarisierenden Zustand von Licht, wenn Licht senkrecht zu einer Flüssigkristall-Zelle DE einfällt. Wenn natürliches Licht L0 senkrecht zu einer polarisierenden Platte A, die eine Polarisationsachse PA hat, einfällt, wird das Licht, das durch die polarisierende Platte A geht, in linear polarisiertes Licht L1 umgewandelt. In der Figur stellt LC ein Flüssigkristall-Molekülmodell dar, welches die Anordnung von Flüssigkristall-Molekülen in einer Flüssigkristall-Zelle CE, wenn eine ausreichende Spannung an die TN-Flüssigkristall-Zelle angelegt wird, schematisch darstellt. Für den Fall, daß die längere Achse des Flüssigkristall-Moleküls LC in der Flüssigkristall-Zelle CE parallel zu einem Weg des Lichtes PS ist, gibt es innerhalb einer Ebene, die zum Lichtweg PS senkrecht ist, keinen Unterschied im Brechungsindex. Daher tritt zwischen normalem und abnormalem Licht, das sich durch die Flüssigkristall-Zelle CE fortpflanzt, keine Phasendifferenz auf, und das linear polarisierte Licht L1 pflanzt sich nach Durchgang durch die Flüssigkristall-Zelle CE weiter fort. Wenn eine Polarisationsachse PB einer polarisierenden Platte B senkrecht zu der Polarisationsachse PA der polarisierenden Platte A gestellt wird, kann das Licht L2, das durch die Flüssigkristall-Zelle CE geht, nicht durch die polarisierende Platte B gehen; es entsteht ein dunkler Zustand.

Fig. 3 zeigt einen Polarisationszustand von Licht, wenn das Licht L0 schräg in die Flüssigkristall-Zelle CE eintritt. Für den Fall, daß natürliches Licht L0 schräg eintritt, wird das Polarisationslicht L1, das durch die polarisierende Platte A durchgeht, fast vollständig in linear polarisiertes Licht umgewandelt. (Im vorliegenden Fall wird es aufgrund der Eigenschaft der polarisierenden Platte A in elliptisch polarisiertes Licht umgewandelt.) In diesem Fall, wo die längere Achse des Flüssigkristall-Moleküls LC in der Flüssigkristall-Zelle CE einen Winkel mit dem Lichtweg PS bildet, tritt eine Differenz im Brechungsindex innerhalb einer Ebene senkrecht zu dem Lichtweg PS auf. Das Licht L2, das durch die Flüssigkristall-Zelle CE hindurchgeht, wird in elliptisch polarisiertes Licht umgewandelt und erreicht die polarisierende Platte B, und ein Teil des Lichtes geht durch die polarisierende Platte B. Die Durchlässigkeit für Licht, wenn Licht schräg eintritt, ist nicht wünschenswert, da der Kontrast des Flüssigkristall-Anzeigeelements vermindert wird.

Um die Kontrastverminderung aufgrund des schrägen Einfalls von Licht zu verhindern und um die Sehwinkel-Charakteristika zu verbessern, wird vorgeschlagen, ein optisch anisotropes Element RF mit negativen einachsigen Eigenschaften und mit einer optischen Achse, die in einer Richtung senkrecht zur Oberfläche der Flüssigkristall-Zelle CE verläuft, zwischen der polarisierenden Platte B und der Flüssigkristall-Zelle CE anzuordnen. Diese optisch anisotrope Element RF mit einachsigen Eigenschaften ist ein Doppelbrechungskörper, welcher eine höhere Phasendifferenz aufweist, wenn der Einfallswinkel von Licht zu der optischen Achse ansteigt. Wenn Licht schräg in das Flüssigkristall-Anzeigeelement mit dem obengenannten Aufbau eintritt und durch die Flüssigkristall-Zelle CE durchgeht und in elliptisch polarisiertes Licht L2 umgewandelt wird, wird das elliptisch polarisierte Licht durch einen Phasenverzögerungseffekt in zunächst linear polarisiertes Licht umgewandelt, wenn es durch das optisch anisotrope Element RF geht, und es sollte durch die polarisierende Platte B ausgesperrt werden.

Allerdings ist der vorliegende Effekt zur Verbesserung der Sehwinkel-Charakteristika nicht ausreichend. Der Grund dafür ist wie folgt:

In den meisten TN-LCDs wird normalerweise ein Weiß-Modus gewählt. In Bezug auf die Sehwinkel-Charakteristika gilt in diesem Modus, daß die Lichtdurchlässigkeit aus einem schwarzen Anzeigebereich extrem ansteigt, wenn der Sehwinkel erhöht wird, was zu einem schnellen Absinken des Kontrastes führt. Schwarz-Anzeige ist der Zustand, wo Spannung angewendet wird. Für diesen Fall wird angenommen, daß die TN-Flüssigkristall-Zelle CE eine optisch anisotrope Substanz mit positiven einachsigen Eigenschaften ist. Wie in Fig. 4 (a) gezeigt ist, ist

es möglich, wenn die optische Achse der Flüssigkristall-Zelle CE in Richtung senkrecht zur Oberfläche der Flüssigkristall-Zelle CE verläuft, durch Anordnung eines optisch anisotropen Elements RF mit negativen einachsigen Eigenschaften und mit einer optischen Achse, die in Richtung senkrecht zur der Flüssigkristallzelle CE an der Eingangs- oder Ausgangsseite der Flüssigkristall-Zelle CE eine Phasendifferenz, die durch die Flüssigkristall-Zelle CE in bezug auf schräg einfallendes Licht bewirkte Phasendifferenz durch eine Phasendifferenz des optisch anisotropen Elements RF zu kompensieren, um elliptisch polarisiertes Licht L2 in linear polarisiertes Licht L3 umzuwandeln und um es durch die polarisierende Platte B auszusperren.

Allerdings ist das Flüssigkristall-Molekül LC, wenn Spannung angelegt ist, nicht genau senkrecht zum Substrat der Flüssigkristall-Zelle CE, sondern ist leicht von der senkrecht zum Substrat verlaufenden Richtung weg geneigt. Somit kann die Flüssigkristall-Zelle CE als optisch anisotrope Substanz mit positiv einachsigen Eigenschaften und mit einer optischen Achse, die leicht von der Richtung senkrecht zur Oberfläche der Zelle CE weg geneigt ist.

Im Fall einer Zwischengradation ist der Neigungswinkel der optischen Achse weiter vergrößert. Daher ist, selbst als Kombination mit dem optisch anisotropen Element RF das negative einachsige Eigenschaften sowie eine optische Achse, die in Richtung senkrecht zu der Flüssigkristall-Zelle CE verläuft, aufweist, die Kompensation nicht ausreichend.

Aus diesem Grund ist die optische Achse des optisch anisotropen Elements RF, das negative einachsige Eigenschaften aufweist, in der vorliegenden Erfindung von der Richtung senkrecht zu der Flüssigkristall-Zelle CE in Übereinstimmung mit der Neigung der optischen Achse der Flüssigkristall-Zelle CE, wie in Fig. 4 (b) dargestellt, weg geneigt, und eine Phasendifferenz, die durch die Flüssigkristall-Zelle CE in Bezug auf schräg einfallendes Licht bewirkt wird, wird durch eine Phasendifferenz des optisch anisotropen Elements RF kompensiert. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, wird das Licht L2, das nach dem Passieren der Flüssigkristall-Zelle CE schräg einfällt und in elliptisch polarisiertes Licht umgewandelt wird, in anfänglich linear polarisiertes Licht L3 umgewandelt. Auf diese Weise ist es möglich, ein Flüssigkristall-Anzeigeelement hoher Qualität zu erhalten, das die gleiche Durchlässigkeit ohne Abhängigkeit vom Schwinkel zu dem Licht, welches schräg in verschiedenen Winkeln eintritt, aufweist.

Auf diese Weise ist es erfindungsgemäß möglich, die Schwinkel-Charakteristika in großem Umfang zu verbessern, wobei die optisch anisotrope Substanz RF mit negativen einachsigen Eigenschaften und mit einer optischen Achse, die von der Richtung senkrecht zu der Flüssigkristall-Zelle CE geneigt ist, verwendet wird. Bei der negativen einachsigen optisch anisotropen Substanz RF, die eine geneigte optische Achse gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist, ist es so, daß, wenn angenommen wird, daß die Brechungsindices in drei axialen Richtungen einer Folie, die optisch anisotrope Eigenschaften aufweist, n_a , n_β bzw. n_γ in ansteigender Reihenfolge der Werte sind, die folgende Beziehung besteht: $n_a < n_\beta = n_\gamma$. Da die optische Achse in Richtung von n_a definiert ist, ist der Brechungsindex in der Richtung der optischen Achse am kleinsten. Allerdings ist es nicht notwendig, daß der Wert von n_β genau dem Wert n_γ entspricht; es wird ausreichen, daß diese einander annähernd gleich sind. Genauer gesagt, es besteht kein Problem bei der praktischen Anwendung, wenn $|n_\beta - n_\gamma| / |n_\beta - n_a| \leq 0,2$.

Als Bedingung zur umfassenden Verbesserung der Schwinkel-Charakteristika einer TN-Flüssigkristall-Zelle ist es vorzuziehen, daß die Richtung des Brechungsindex n_a von der Richtung der optischen Achse weg geneigt ist, d. h. der Richtung senkrecht zu der Flüssigkristall-Zelle CE (der Richtung senkrecht zur Folienoberfläche), und zwar in einem Winkel von 10 bis 40° oder noch besser in einem Winkel von 10 bis 30°. Wenn angenommen wird, daß die Dicke der Folie D ist, ist es darüber vorteilhaft, wenn die Bedingungen $100 \leq (n_\beta - n_a) \times D \leq 400$ nm erfüllt ist.

Die negative einachsige optisch anisotrope Substanz RF der vorliegenden Erfindung kann aus einem Massenspolymer, das negative einachsige Eigenschaften hat, gebildet werden, indem es schräg in filmartige oder plattenartige Gestalt geschnitten wird, so daß die optische Achse in eine bestimmte Richtung in Bezug auf die Oberfläche gerichtet ist. Vorteilhafterweise hat die filmartige oder plattenartige Substanz eine Lichtdurchlässigkeit von 80% oder mehr, oder noch besser von 90% oder mehr.

Die intrinsische Polymer-Doppelbrechung ist in einigen Fällen positiv, in einigen anderen Fällen negativ. Um aus einem solchen Polymer einen Film mit negativen einachsigen Eigenschaften herzustellen, kann der Film in dem Fall, wo die intrinsische Doppelbrechung positiv ist, in einer gegebenen Richtung zusammengedrückt werden, und in dem Fall, wo die intrinsische Doppelbrechung negativ ist, sollte der Film in eine vorgegebene Richtung gezogen werden. Bei diesem Vorgang wird der Brechungsindex in Zieh- oder Kompressionsrichtung kleiner als der Brechungsindex in einer Richtung senkrecht zu einer derartigen Richtung. Mit dieser Richtung als optischer Achse weist der Film negative einachsige Eigenschaften auf.

Es besteht keine Beschränkung hinsichtlich des Polymers, welches positive oder negative intrinsische Doppelbrechung aufweist, wobei die folgenden Substanzen in der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können:

Polymere mit positiver intrinsischer Doppelbrechung umfassen Polycarbonat, Polyarylat, Polyethylenterephthalat, Polyethersulfon, Polyphenylensulfid, Polyphenylenoxid, Polyallylsulfon, Polyamidimid, Polyimid, Polyolefin, Polyacrylnitril, Cellulose, Polyester, usw. Diese schließen nicht nur ein Monopolymer, sondern auch ein Copolymer, ihre Derivate oder Gemische ein.

Polymere mit einer negativen intrinsischen Doppelbrechung umfassen ein Polymer des Polystyrol-Typs, ein Polymer des Acrylsäureester-Typs, ein Polymer des Metacrylsäureester-Typs, ein Polymer des Acrylnitril-Typs und ein Polymer des Metacrylnitril-Typs. Hier ist ein Polymer des Polystyrol-Typs als Homopolymer von Styrol und Styrolderivaten, als Copolymer und Mischungen von Styrol und Styrolderivaten definiert.

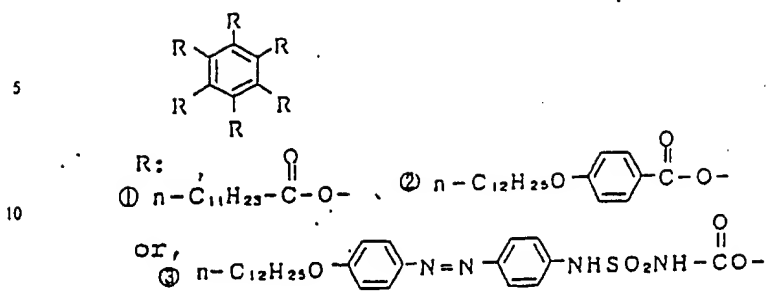
Styrolderivate umfassen beispielsweise α -Methylstyrol, o-Methylstyrol, p-Methylstyrol, p-Chlorstyrol, p-Phenylstyrol, 2,5-Dichlorstyrol, usw. Ein Copolymer sowie Mischungen von Styrol und Styrolderivaten (nachfolgend als "ST" bezeichnet) umfassen beispielsweise ST/Acrylnitril, ST/Metacrylnitril, ST/Methylmetacrylat, ST/Ethyl-

metacrylat, ST/ α -Chloracrylnitril, ST/Methylacrylat, ST/Ethylacrylat, ST/Butylacrylat, ST/Acrylsäure, ST/Metacrylsäure, ST/Butadien, ST/Isopren, ST/Maleinsäureanhydrid, ST/Vinylacetat, ein Copolymer sowie ein Styrol/Styrolderivat-Copolymer usw. Zusätzlich zu einem Bipolymer, wie es oben beschrieben wurde, kann ein Terpolymer oder ein höheres Copolymer verwendet werden. Die Gemische umfassen eine Mischung aus dem obengenannten Styrol-Homopolymer, einem Styrolderivat-Homopolymer oder einem Copolymer aus Styrol und einem Styrolderivat, wie auch Mischungen, welche ein Polymer bestehend aus Styrol und Styrolderivaten (nachfolgend als "PST") mit einem Polymer, das kein PST enthält, enthalten. Ein Beispiel für eine solche Mischung ist PST/Butylcellulose-PST/Cumaron-Harz.

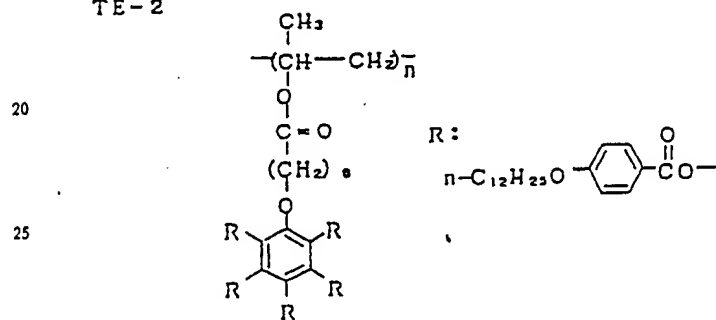
Ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer negativen einachsigen optisch anisotropen Substanz RF gemäß der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine makromolekulare Matrix mit einem Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht zu vermischen und den Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht schräg auszurichten und zu fixieren.

Es besteht keine spezielle Beschränkung für den in diesem Verfahren verwendeten Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht, allerdings ist es vorteilhaft, daß er eine negative intrinsische Doppelbrechung aufweist. Nachfolgend sind Strukturformeln von einigen Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht aufgeführt, die negative und positive intrinsische Doppelbrechungswerte haben, wobei aber die in diesem Verfahren verwendeten Substanzen nicht auf diese beschränkt sind.

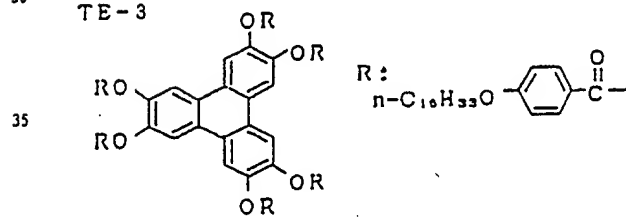
TE - 1



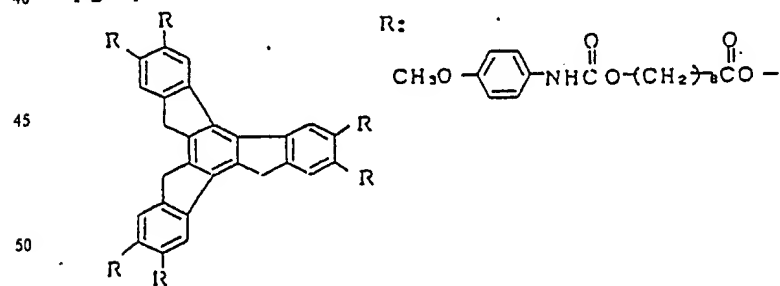
TE - 2



TE - 3

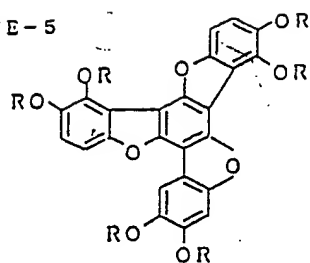


TE - 4

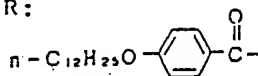


DE 43 39 395 A1

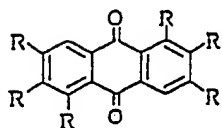
TE-5



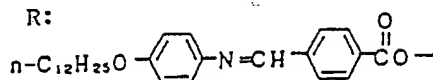
R:



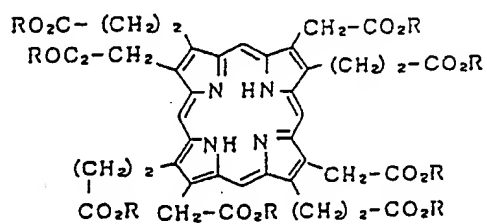
TE-6



R:

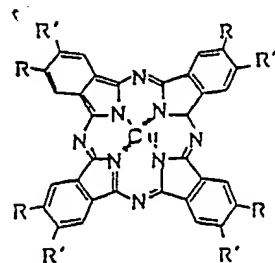


TE-7



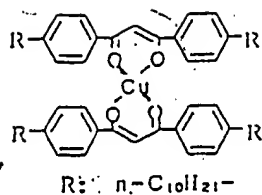
R: n-C12H25-

TE-8

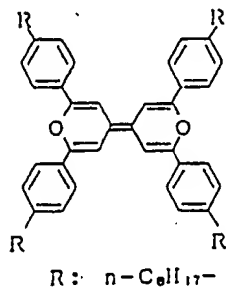


R, R': C12H25OCH2-

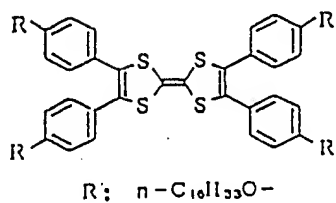
TE-9



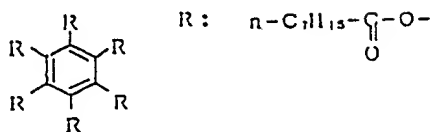
TE-10



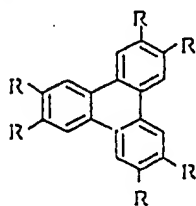
TE-11



TE-12



TE-13



$R: \textcircled{1} n-C_{8}H_{17}O-,$

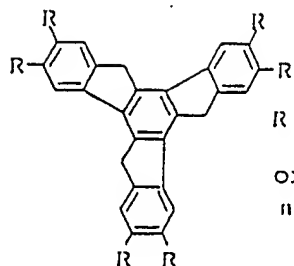
$\textcircled{2} n-C_{11}H_{23}-C(=O)-O-$

or,

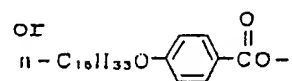
$\textcircled{3} n-C_{8}H_{17}O-C_6H_4-C(=O)-O-$

DE 43 39 395 A1

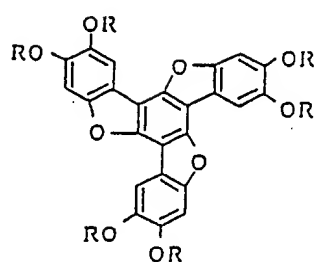
TE-14



R: $n\text{-C}_{10}\text{H}_{21}\text{O}$

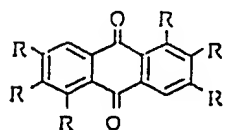


TE-15



R: $n\text{-C}_{13}\text{H}_{27}\text{CO-}$

TE-16



R: $n\text{-C}_{13}\text{H}_{27}\text{-C(=O)-O-}$

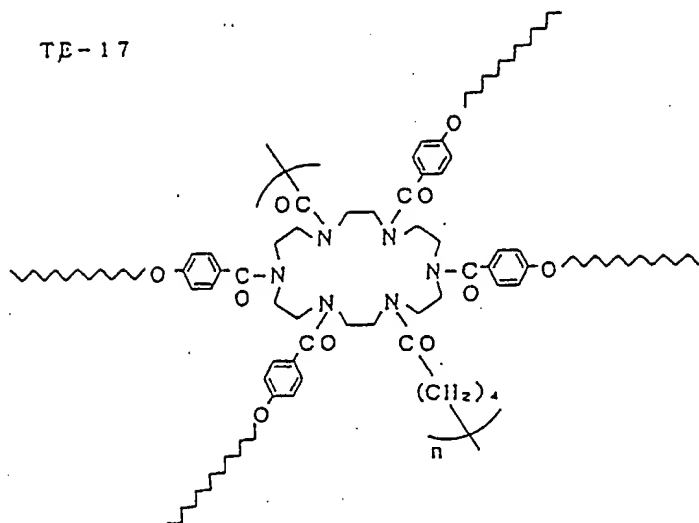
TE-17

5

10

15

20



25 TE-18

30

35

40

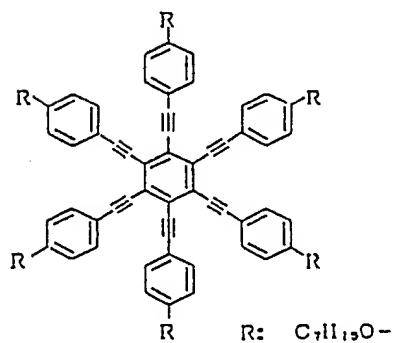
45

50

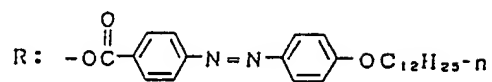
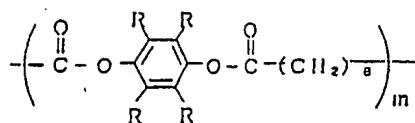
55

60

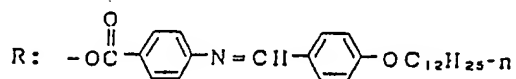
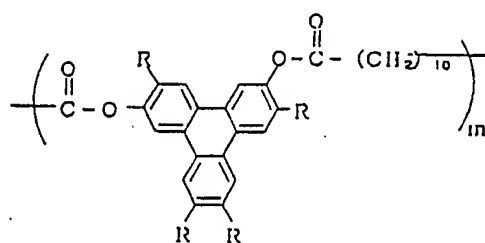
65



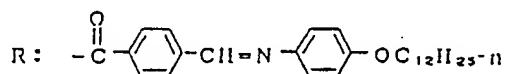
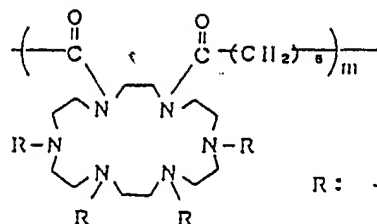
TE-19



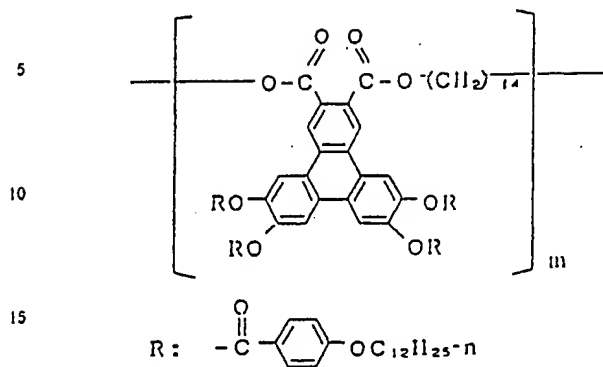
TE-20



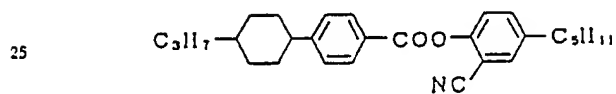
TE-21



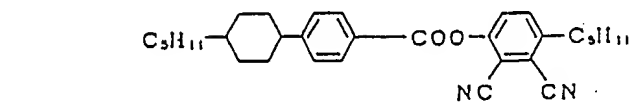
TE-22



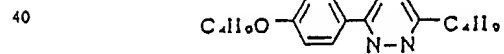
TE-23



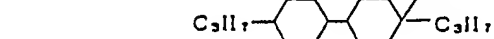
TE-24



TE-25

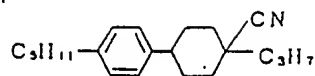


TE-26



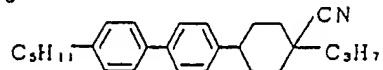
DE 43 39 395 A1

TE-27



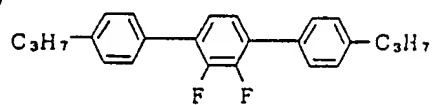
5

TE-28



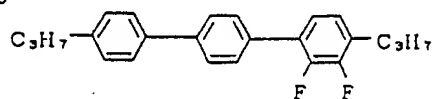
10

TE-29



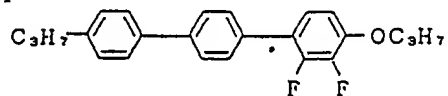
15

TE-30



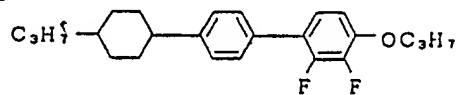
20

TE-31



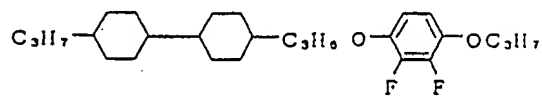
25

TE-32



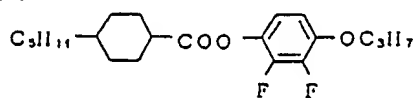
35

TE-33



40

TE-34



45

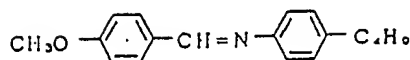
50

55

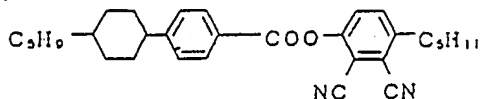
60

65

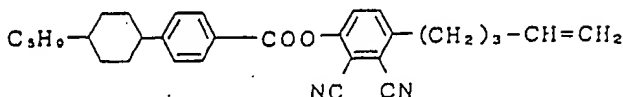
TE-35



TE-36



TE-37



Zur Vernetzung zwischen den Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht oder zwischen einer Makromolekular-Matrix und einem Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht ist es vorzuziehen, daß eine reaktive Substitutionsgruppe wie z. B. eine Substitutionsgruppe, die eine ungesättigte Bindung aufweist, oder eine Substitutionsgruppe, die einen aktiven Wasserstoff aufweist, am Ende des obigen Flüssigkristall-Moleküls mit niedrigem Molekulargewicht vorhanden ist.

Als Mittel zum Ausrichten der Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein magnetisches Feld oder ein elektrisches Feld verwendet. In der vorliegenden Erfindung wird als Mittel zur schrägen Ausrichtung von Flüssigkristallen vorzugsweise ein magnetisches Feld verwendet. Speziell ein Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht weist eine negative anisotropische Fähigkeit auf und zeigt diamagnetische Eigenschaften. Wenn ein magnetisches Feld von außen angelegt wird, wird so die optische Achse des Moleküls in Richtung des magnetischen Feldes ausgerichtet. Wenn Flüssigkristalle 12 mit niedrigem Molekulargewicht mit einer makromolekularen Matrix vermischt werden, wie dies in Fig. 5 schematisch dargestellt ist, um so die erstgenannten in der zuletzt genannten zu dispergieren und dies auf eine Trägerfolie 10 aufgetragen wird, ein äußeres magnetisches Feld 13 in einem Winkel zu der Richtung senkrecht zur Oberfläche der Trägerfolie 10 angelegt wird, ist es daher möglich, die Flüssigkristalle 12 mit niedrigem Molekulargewicht in jene Richtung auszurichten. In diesem Fall ist es vorteilhaft, daß die magnetische Feldintensität 500 G oder mehr beträgt, während Flüssigkristalle mit einer niedrigeren Grenzviskosität durch ein magnetisches Feld von weniger als 500 G ausgerichtet werden. Es ist vorzuziehen, daß der magnetische Feldvektor 13 um 0° bis 60° in Bezug auf die Richtung senkrecht zur Oberfläche der Trägerfolie 10 geneigt ist.

Außerdem ist es vorteilhaft, wenn das Verfahren zur Fixierung der Ausrichtung der Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht zur gleichen Zeit wie die Ausrichtung durchgeführt wird. Konkreter, die Verfahren zur Fixierung der Ausrichtung umfassen ein Verfahren, bei dem ein Photopolymerisations-Initiator oder ein Hitzepolymerisations-Initiator einem System zugesetzt wird, welches ein Monomer, das eine ungesättigte Bindung hat, und einen Flüssigkristall mit einem niedrigen Molekulargewicht umfaßt, zugesetzt werden, um das Monomer, das eine ungesättigte Bindung hat, durch Licht oder Hitze zu polymerisieren, während gleichzeitig eine Orientierung der Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht erfolgt, und um die Ausrichtung der Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht zu fixieren; ein Verfahren, bei dem Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht, die eine reaktive Substitutionsgruppe aufweisen, mit einer makromolekularen Matrix durch Hitze, Licht oder pH-Änderung reagieren und die Ausrichtung fixieren; oder ein Verfahren, bei dem die Fixierung der Orientierung durch Vernetzung von Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht, die eine reaktive Substitutionsgruppe im Bereich einzelner Flüssigkristalle aufweisen, erfolgt. Die Verfahren sind nicht auf diese beschränkt; es können verschiedene im Stand der Technik bekannte Verfahren, eingesetzt werden.

Zur fixierenden Ausrichtung von Flüssigkristallen, kann, wie oben beschrieben, ein Hitzepolymerisations-Initiator oder ein Photopolymerisations-Initiator verwendet werden. Beispiele für Hitzepolymerisations-Initiatoren sind Azoverbindungen, organische Peroxide, anorganische Peroxide, Sulfinsäure, usw. Einzelheiten über diese Substanzen sind in "Addition Polymerization and Ring Opening Polymerization", übersetzt von der Japanese Society of Macromolecules and Editing Committee of Macromolecular Experimental Sciences; Kyoritsu Publishing Co., 1983, Seiten 6 bis 18 beschrieben.

Beispiele für Photopolymerisations-Initiatoren sind Benzophenone, Acetophenone, Benzoin, Thioxanthone, usw. Einzelheiten über diese Substanzen sind in "UV-Setting system"; Sogo Gijutsu Center [General Technical Center] 1989, Seiten 63 bis 147 beschrieben.

Es besteht keine spezielle Beschränkung für das Polymer, das als die obengenannte makromolekulare Matrix verwendet werden soll, das Polymer kann einen positiven oder negativen intrinsischen Doppelbrechungswert haben, allerdings ist es vorzuziehen, daß die Lichtdurchlässigkeit in dem Zustand, wo es Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht enthält, 60% oder mehr beträgt, und daß es im wesentlichen transparent und farblos

ist. Es ist auch vorzuziehen, daß die makromolekulare Matrix und die Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht miteinander verträglich sind oder daß die Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht mit einer Größe von weniger als 0,08 µm in einer makromolekularen Matrix dispergiert sind, um so die Transparenz der Folie aufrecht zu erhalten. Zur Dispersion der Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht kann ein oberflächenaktives Mittel, eine makromolekulare Verbindung usw. als ein die Dispersion unterstützendes Mittel eingesetzt werden.

Als makromolekulare Matrix werden vorzugsweise die folgenden Substanzen angesetzt: Gelatine, Agarose, Pektin, Gummiarabicum, Carrageen, Polyvinylalkohol, Polyvinylbutyral, Polymethylvinylether, Polyhydroxyethylacrylat, Hydroxyethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Methylcellulose, Polycarbonat, Polyarylat, Polysulfon, Polyethylenterephthalat, Polyethylenphthalat, Polyethersulfon, Polyphenylensulfid, Polyphenylenoxid, Polyarylsulfon, Polyvinylalkohol, Polyamid, Polyimid, Polyolefin, Polyvinylchlorid, ein Polymer des Cellulosestyps, Polyacrylnitril, Polystyrol oder Bipolymere, Terpolymere, Pfropf-Copolymere, gemischte Produkte, usw.

Als nächstes wird eine Beschreibung über das Verfahren zu Herstellung einer einachsigen optisch anisotropen Substanz RF, die eine makromolekulare Matrix und Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht enthält, gegeben.

Unter Verwendung einer Lösung, die mindestens eine makromolekulare Verbindung und einen Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht enthält, oder einer Lösung, die mindestens eine makromolekulare Verbindung, eine polymerisierbare Verbindung und einen Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht enthält, oder einer Lösung, die mindestens eine polymerisierbare Verbindung und einen Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht enthält, kann durch ein Schmelzextrusions-Verfahren, ein Tauchform-Verfahren oder ein Kalandrierverfahren, usw. eine Filmfolie hergestellt werden. Oder die obige Lösung kann unter Verwendung von Glas, einem Kunststofffilm usw. als Träger auf den Träger aufgetragen werden, um eine Filmfolie herzustellen. Wegen der mechanischen Festigkeit einer einachsigen optisch anisotropen Substanz RF ist es vorzuziehen, das Beschichtungsverfahren zu verwenden. In diesem Fall besteht keine Beschränkung hinsichtlich des zu verwendenden Trägers, allerdings ist es vorteilhaft, einen Träger einzusetzen, der in dem Lösungsmittel der Beschichtungslösung nicht löslich ist.

Bei einer Temperatur, bei welcher Flüssigkristall-Moleküle sich in ausreichendem Maße in den obigen Film bewegen können, wird ein magnetisches Feld in einer Richtung, die 0° bis 60° hinsichtlich der Richtung senkrecht zur Oberfläche der Filmfolie geneigt ist angelegt, und es wird eine Vernetzung zwischen einer makromolekularen Verbindung und den Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht oder zwischen den Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht durchgeführt. Während dessen ist es möglich, die Ausrichtung der Flüssigkristalle zu fixieren und die gewünschte einachsige optisch anisotrope Substanz zu erhalten.

Ein anderes Verfahren zur Herstellung einer negativen einachsigen optisch anisotropen Substanz RF gemäß der vorliegenden Erfindung besteht darin, Flüssigkristall-Makromoleküle auf ein Substrat mit homeotroper Orientierung oder geneigter Orientierung zu gießen und die Ausrichtung durch Anlegen eines elektrischen Feldes oder eines magnetischen Feldes einzustellen.

Wie in Fig. 6 schematisch dargestellt ist, dient dieses Verfahren dazu, eine homeotrope Orientierung oder eine geneigte Orientierung 14 auf einer Trägerfolie 10 durchzuführen, eine Lösung, die ein transparentes Molekül mit Fähigkeit zur Filmbildung und ein Flüssigkristall-Makromolekül, das einen negativen intrinsischen Doppelbrechungswert hat, enthält, aufzugießen oder aufzutragen; und um die Flüssigkristall-Makromoleküle in der Lösung 15 in einem Winkel zu einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche der Trägerfolie 10 auszurichten.

Es besteht keine spezielle Beschränkung in Bezug auf das transparente Makromolekül, das die Fähigkeit zur Filmbildung aufweist. Vorteilhafterweise wird Gelatine, Alginsäure, Pektin, Carrageen, Polycarbonat, Polyarylat, Polysulfon, Polyethylenterephthalat, Polyethersulfon, Polyphenylensulfid, Polyphenylenoxid, Polyarylsulfon, Polyvinylalkohol, Polyamid, Polyimid, Polyolefin, Polyvinylchlorid, Cellulosepolymer, Polyacrylnitril, Polystyrol, Bipolymer, Terpolymer, gemischte Produkte, usw. verwendet.

Es besteht keine spezielle Beschränkung in Bezug auf das hier verwendete Flüssigkristall-Makromolekül, allerdings ist es vorzuziehen, daß es einen negativen intrinsischen Doppelbrechungswert hat. Einzelheiten über diese Substanz sind in "Liquid Crystals, 1989, Band 5, Nr. 1, Seiten 159 bis 170" beschrieben.

Zur fixierenden Ausrichtung ist es vorteilhaft, daß eine reaktive Substitutionsgruppe wie z. B. eine Substitutionsgruppe, die eine ungesättigte Bindung oder aktiven Wasserstoff am Ende des Flüssigkristalls mit niedrigem Molekulargewicht aufweist, zur Vernetzung zwischen Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht oder zwischen einer makromolekularen Matrix und einem Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht vorhanden ist.

Flüssigkristall-Makromoleküle können grob in einen Hauptketten-Typ und einen Seitenketten-Typ, in Abhängigkeit von der Position einer mesogenen Gruppe eingeteilt werden. Sie können auch in thermotropisch und lyotropisch eingeteilt werden. Es besteht keine Beschränkung beim transparenten Flüssigkristall-Makromolekül, allerdings ist es vorteilhaft, wenn es einen nematischen Flüssigkristall bilden kann. Unter dem Gesichtspunkt der Ausrichtung ist der Seitenketten-Typ vorzuziehen, ein thermotropischer Typ ist unter dem Gesichtspunkt der Fixierung der Ausrichtung vorzuziehen. Als Gerüst, das im Flüssigkristall-Makromolekül des Seitenketten-Typs verwendet wird, wird vorzugsweise ein Polymer des Vinyl-Typs, Polysiloxan, Polypeptid, Polyphosphagen, Polyethylenimin, Cellulose, usw. verwendet.

Als nächstes wird das Verfahren einer homeotropen Orientierung oder einer geneigten Orientierung 14 beschrieben. Zur Durchführung einer homeotropen Orientierung wird ein Material, das eine geringe Oberflächenenergie hat, d. h. starke wasserabweisende Eigenschaften aufweist, verwendet. Als derartige Materialien kann vorzugsweise eine Silanverbindung, die in den japanischen Offenlegungsschriften 58-72923, 58-88723, 2-3017, usw. veröffentlicht ist, verwendet werden. Für die Durchführung der geneigten Ausrichtung kann ein Verfahren zur Durchführung einer Vakuumabscheidung von Siliziumoxid, Gold, usw. aus einer schrägen Rich-

tung oder ein Verfahren zur Durchführung einer homeotropen Ausrichtung nach schräger Abscheidung oder ein Verfahren, bei dem ein Verfahren des Reibens nach der homeotropen Orientierung erfolgt, wie dies in den japanischen Offenlegungsschriften 62-270917, 2-37323, usw. offenbart ist, verwendet werden.

Da die Wirkung des Ausrichtungsvorgangs auf der Trägerfolie unzureichend ist, wenn die Dicke der negativen einachsigen optisch anisotropen Substanz 10 μm oder mehr beträgt, ist es vorteilhaft, ein magnetisches Feld oder ein elektrisches Feld aus einer bestimmten Richtung, welche weder parallel noch senkrecht zu dem Substrat ist, anzulegen.

Als nächstes wird das Verfahren der fixierenden Ausrichtung von Flüssigkristall-Molekülen beschrieben. Nachdem der Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht oder der makromolekulare Flüssigkristall bei einer Temperatur, die höher als Raumtemperatur war oder mehr als 100°C oder mehr betrug, gebildet wurde und durch einen Ausrichtungsprozeß auf dem Substrat oder durch ein magnetisches Feld oder durch ein elektrisches Feld ausgerichtet wurde, wird er schnell auf Raumtemperatur abgekühlt, um die Ausrichtung zu fixieren. Weitere Verfahren, um eine Orientierung positiv zu fixieren, sind: Ein Verfahren, bei dem ein Photopolymerisations-Initiator oder ein Hitzepolymerisations-Initiator einem System zugesetzt wird, das ein Monomer, das eine ungesättigte Bindung hat, sowie einen Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht oder einen makromolekularen Flüssigkristall enthält, das Monomer, das die ungesättigte Bindung aufweist, durch Hitze polymerisiert wird, während der Flüssigkristall ausgerichtet wird, und die Ausrichtung des Flüssigkristalls fixiert wird; ein Verfahren, bei dem ein Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht, der eine reaktive Substitutionsgruppe aufweist, mit einer makromolekularen Matrix durch Hitze, Licht oder einer pH-Änderung reagiert, um die Orientierung zu fixieren; oder ein Verfahren, bei dem die Orientierung durch Vernetzung von Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht, die reaktive Substitutionsgruppen haben, innerhalb des Bereichs jedes einzelnen Flüssigkristalls fixiert wird. Die Verfahren sind allerdings nicht auf diese beschränkt, es kann irgendein Verfahren, das auf diesem Gebiet bekannt ist, eingesetzt werden.

Zur fixierenden Orientierung von Flüssigkristallen kann in der vorliegenden Erfindung, wie oben beschrieben, ein Hitzepolymerisations-Initiator oder ein Photopolymerisations-Initiator verwendet werden. Beispiele für den Hitzepolymerisations-Initiator sind Azoverbindungen, organische Peroxide, anorganische Peroxide, Sulfinsäure usw.

Einzelheiten über diese Substanzen sind in "Addition Polymerization and Ring Opening Polymerization", übersetzt von der Japanese Society of Macromolecules and Editing Committee of Macromolecular Experimental Sciences; Kyoritu. Publishing Co., 1983, Seiten 6 bis 18 beschrieben.

Beispiele für Photopolymerisations-Initiatoren sind Benzophenone, Acetophenone, Benzoin, Thioxanthone, usw. Einzelheiten über diese Substanzen sind in "UV-Setting System"; Sogo Gijutsu Center [General Technical Center], 1989, Seiten 63 bis 147 beschrieben.

Als nächstes folgt eine Beschreibung über das Verfahren zur Herstellung einer einachsigen optisch anisotropen Substanz RF, die ein Flüssigkristall-Molekül enthält. Unter Verwendung einer Lösung, die mindestens ein transparentes Makromolekül, das die Fähigkeit zur Filmbildung hat, und einen Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht enthält, oder einer Lösung, die mindestens ein transparentes Flüssigkristall-Makromolekül enthält, kann mittels Schmelzextrusions-Verfahren, Tauchform-Verfahren eine Filmfolie auf einem Substrat gebildet werden. Oder unter Verwendung von Glas, einem Kunststofffilm usw. als Träger kann die obige Lösung auf den Träger aufgetragen werden, um die Filmfolie zu bilden. Unter dem Gesichtspunkt der mechanischen Festigkeit einer optisch anisotropen Substanz RF und der Produktivität ist es vorzuziehen, das Beschichtungsverfahren zu verwenden. In diesem Fall besteht keine Beschränkung in Bezug auf den zu verwendenden Träger, allerdings ist es vorteilhaft, daß er im Lösungsmittel der Beschichtungslösung nicht löslich ist.

Ein anderes Verfahren zur Herstellung einer negativen einachsigen optisch anisotropen Substanz RF gemäß der vorliegenden Erfindung besteht in einem Verfahren, bei dem eine Scherkraft-Differenz auf einen Film zwischen beheizten Walzen, die unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeiten haben, angewendet wird. Vor Anwendung einer Scherkraft besteht keine Beschränkung beim 3-axialen Brechungsindex des Filmes, er kann optisch isotrop oder nicht-isotrop sein. Für den Fall, daß der Film vor Anwendung einer Scherkraft optisch isotrop ist, ist es notwendig, einen uniaxialen Dehn- oder biaxialen Dehnvorgang in einer Richtung senkrecht zur Scherrichtung, d. h. in lateraler Richtung durchzuführen, und zwar vor oder nach Anwendung einer Scherkraft, um negative einachsige Eigenschaften bereitzustellen. Im Hinblick auf den Dehnungsgrad in longitudinaler und lateraler Richtung beim biaxialen Dehnen, ist es vorzuziehen, daß der Dehnungsgrad in lateraler Richtung leicht höher ist. Es kann entweder das Verfahren der Anwendung von Scherkraft oder das Verfahren des Dehnens in senkrechter Richtung zuerst durchgeführt werden; es besteht keine Notwendigkeit, daß diese kontinuierlich durchgeführt werden. Wenn die Charakteristika des 3-axialen Brechungsindex die Beziehung $n_{TP} > n_{MD}$ (worin n_{TP} der Brechungsindex in lateraler Richtung des Films und n_{MD} der Brechungsindex in longitudinaler Richtung des Films sind) erfüllen, kann das Ziel der vorliegenden Erfindung durch einfache Anwendung einer Scherdeformierung erfüllt werden; dadurch kann der Dehnprozeß in longitudinaler Richtung entfallen.

Um eine Scherkraft-Differenz auf den beiden Seiten des Films anzuwenden, wird er auf eine Temperatur erhöht, die der Glasübergangstemperatur T_g des Polymers, aus dem der Film besteht, nahekommt oder auf eine Temperatur, die zur thermischen Deformierung geeignet ist und höher als die T_g ist, erhitzt. Dann wird der Film F zwischen zwei rotierende Walzen 1 und 2, die unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeiten V_1 und V_2 haben, oder sich in entgegengesetzter Richtung bewegen, eingequetscht, wie dies in Fig. 8 dargestellt ist, und der Film F wird in der durch einen Doppelpfeil angezeigten Richtung herausgezogen. (In Fig. 8 drehen sich die Walzen 1 bzw. 2 in der Richtung des Pfeils, wobei die Beziehung $V_1 > V_2$ gilt.) Die Möglichkeit, die Richtung des Hauptbrechungsindex n_{MD} durch eine Scherkraft-Differenz schrägzustellen, kann durch Verformung erzielt werden, wenn eine Verformung, wie sie in Fig. 8 als Deformierung eines imaginären Würfels (a \rightarrow b \rightarrow c) in dem Film F dargestellt ist, in dem Inneren des Films erfolgt. In Fig. 8 wird der imaginäre Würfel "a" in dem Film F

durch die Differenz der Umfangsgeschwindigkeiten der beiden Walzen 1 und 2 deformiert; er wird zu einem Rhombus "b" deformiert und weiter zu einem Rhombus "c" und wird dann abgegeben. In diesem Fall werden die Moleküle im Würfel also geneigt, und die Richtung des Hauptbrechungsindex n_{MD} ist auch von der Richtung senkrecht zum Film F weg geneigt.

Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der Beschreibung erkennbar und ersichtlich.

Die Erfindung umfaßt demnach die Merkmale des Aufbaus, Kombination von Elementen und Anordnung von Teilen, was nachfolgenden an Beispielen näher erläutert wird; der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist in den Ansprüchen angegeben.

Im folgenden werden die Merkmale der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit Ausführungsformen näher beschrieben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Zeichnung, die ein Beispiel des Aufbaus eines Flüssigkristall-Anzeigeelementes unter Verwendung eines optisch anisotropen Elements der vorliegenden Erfindung erläutert;

Fig. 2 ist eine Zeichnung, die den Aufbau eines herkömmlichen Flüssigkristall-Anzeigeelementes des TN-Typs sowie die Lichttransmission für den Fall, daß Licht senkrecht in die Anzeigefläche eintritt, erläutert;

Fig. 3 ist eine Zeichnung, die die Transmission von Licht erläutert, wenn Licht schräg in die Anzeigefläche eines herkömmlichen Flüssigkristall-Anzeigeelementes des TN-Typs eintritt;

Fig. 4 zeigt die Beziehung zwischen der Richtung einer optischen Achse eines negativen einachsigen optisch anisotropen Elements und einer optischen Achse einer Flüssigkristall-Zelle;

Fig. 5 zeigt ein Verfahren zur Ausrichtung von Flüssigkristall-Molekülen durch ein magnetisches Feld schematisch;

Fig. 6 ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrens, bei dem ein Flüssigkristall-Makromolekül durch ein Verfahren der homeotropen Orientierung oder der geneigten Orientierung ausgerichtet wird;

Fig. 7 ist ein Schaubild, das die angelegten Spannungsspektren für Lichttransmission bei einem Flüssigkristall-Anzeigeelement, das in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, zeigt;

Fig. 8 ist eine Zeichnung zur Erläuterung einer Anordnung, um eine Scherkraft-Differenz bereitzustellen, und eines Mechanismus zur Schrägstellung einer optischen Achse gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 zeigt eine Anordnung von Walzen mit unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten, um das Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung auszuführen; und

Fig. 10 ist eine Zeichnung zur Erläuterung des Verhältnisses der 3-axialen Refraktionsindizes.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Im folgenden wird eine Beschreibung eines optisch anisotropen Elements der vorliegenden Erfindung sowie ein Verfahren zur Herstellung desselben in Verbindung mit verschiedenen Ausführungsformen gegeben.

[Ausführungsform 1]

BEISPIEL 1A

Durch Schmelzen eines Stranggranulats aus Styrol-Acrylnitril-Copolymer mit einem Molekulargewicht von 150 000, und durch Extrudieren durch eine Düse mit einem inneren Durchmesser von 100 mm und Dehnen um 30°C wurde ein Stab aus Styrol-Acrylnitril-Copolymer mit einem äußeren Maß von 87 mm erhalten.

Entlang einer Ebene, welche eine Ebene senkrecht zur Zentralachse, d. h. zur Dehnungsachse dieses Stabes in einem Winkel von 20° kreuzte, wurde dieser Stab in Scheiben geschnitten, und es wurde ein Plattenmaterial mit elliptischer Gestalt und einer Dicke von etwa 1,5 mm hergestellt. Dieses Plattenmaterial wurde anschließend mit einer Läppmaschine (Buehler; USA) mit SiC-Pulver von 50 µm, SiC-Pulver von 30 µm, SiC-Pulver von 10 µm, Diamantpulver von 3 µm und einem Aluminiumoxidpulver von 0,05 µm poliert, so wurde eine Platte aus Styrol-Acrylnitril mit Spiegeloberfläche und einer Dicke von 1,0 mm hergestellt.

BEISPIEL 1B

Eine Styrol-Acrylnitril-Platte mit Spiegeloberfläche und mit einer Dicke von 1,0 mm wurde nach demselben Verfahren wie in Beispiel 1A hergestellt, außer daß sie entlang einer Ebene, welche die Ebene senkrecht zur Dehnungsachse in einem Winkel von 10° kreuzt, in Scheiben geschnitten wurde.

BEISPIEL 1C

Eine Styrol-Acrylnitril-Platte mit Spiegeloberfläche und mit einer Dicke von 1,0 mm wurde nach demselben Verfahren wie in Beispiel 1A hergestellt, außer daß sie entlang einer Ebene, welche die Ebene senkrecht zur Dehnungsachse in einem Winkel von 30° kreuzt, in Scheiben geschnitten wurde.

BEISPIEL 1D

Eine Styrol-Acrylnitril-Platte mit Spiegeloberfläche und mit einer Dicke von 1,0 mm wurde nach demselben

Verfahren wie in Beispiel 1A hergestellt, außer daß sie entlang einer Ebene, welche die Ebene senkrecht zur Dehnungsachse in einem Winkel von 40° kreuzt, in Scheiben geschnitten wurde.

VERGLEICHBSBEISPIEL 1A

Der in Beispiel 1A erhaltene Stab wurde entlang einer Ebene, welche die Zentralachse, d.h. die Dehnungsachse, des Stabes senkrecht kreuzt, in Scheiben geschnitten, und eine Scheibe mit einer Dicke von etwa 1,5 mm hergestellt. Die Scheibe wurde nach demselben Verfahren wie im Beispiel 1A poliert und eine Styrol-Acrylnitril-Platte mit Spiegeloberfläche und mit einer Dicke von 1,0 mm erhalten.

VERGLEICHBSBEISPIEL 1B

Es wurde eine Styrol-Acrylnitril-Platte mit Spiegeloberfläche und mit einer Dicke von 1,0 mm nach demselben Verfahren wie im Beispiel 1A erhalten, außer daß sie entlang einer Ebene, welche die Ebene senkrecht zur Dehnungsachse in einem Winkel von 50° kreuzt, in Scheiben geschnitten wurde.

[Bestimmung eines Winkels, der durch optische Achse und Normallinie gebildet wird, des Brechungsindex n_0 in einer Richtung senkrecht zur optischen Achse sowie des Brechungsindex n_e in Richtung der optischen Achse]

Die optische Achse wie auch n_0 und n_e wurden an Plattenmaterialien bestimmt, die in den Beispielen 1A bis 1D und in den Vergleichsbeispielen 1A bis 1B hergestellt worden waren.

Zu Messung wurde ein Polarimeter zur Bestimmung elliptisch polarisierten Lichts AEP-100 (Shimadzu Corporation) nach dem Transmissionsmodus verwendet. Jedes der Plattenmaterialien, das in den Beispielen und Vergleichsbeispielen hergestellt worden war, wurde an einem Goniometer, das zwischen $\lambda/4$ -Platte und Analysators des Polarimeters zur Bestimmung elliptisch polarisierten Lichts AEP-100 plazierte war. Durch Rotation des Plattenmaterials wurde die optische Achse in der Richtung, wo keine Doppelbrechung auftritt, bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Plattenmaterial	Winkel zwischen optischer Achse und Normallinie	$n_e - n_0$
Beispiel 1A	20°	- 0,0003
Beispiel 1B	10°	- 0,0003
Beispiel 1C	30°	- 0,0003
Beispiel 1D	40°	- 0,0003
Vergleichsbeispiel 1A	0°	- 0,0003
Vergleichsbeispiel 1B	50°	- 0,0003

Aus der Änderung des Gangunterschieds (Produkt aus Doppelbrechungswert und Dicke) bei einer weiteren Rotation des Plattenmaterials von der optischen Achse wurde die Differenz zwischen n_e und n_0 berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

[Optische Anordnung eines Flüssigkristall-Anzeigeelement]

Als nächstes wurde das optisch anisotrope Element RF in Fig. 1 entfernt, und die TN-Flüssigkristall-Zelle CE wurde so angeordnet, daß die Reibungsachse an der Seite der polarisierenden Platte A bei 45° in der X-Y-Ebene in Bezug auf die X-Achse war, und die Reibungsachse an der Seite der polarisierenden Platte B bei 135° in Bezug auf die X-Achse war, und daß die polarisierende Achse PA der polarisierenden Platte A bei 45° zur X-Achse und die polarisierende Achse PB der polarisierenden Platte B bei 135° zur X-Achse war. Der Wert für den Gangunterschied, d.h. $(n_e - n_0) \times$ Größe des Zwischenraums, der Flüssigkristall-Zelle CE, die hier verwendet wurde, betrug 480 nm und die Größe des Zwischenraums war 5,0 μm .

An die Flüssigkristall-Zelle CE wurde Spannung mit einer Rechteckwelle von 30 Hz angelegt, die Beziehung zwischen Durchlässigkeit und Spannung wurde durch LCD-5000 (Otsuka Electronics Co., Ltd.) bestimmt. Die Ergebnisse sind in Fig. 7 angegeben. Hier wurde die Lichtdurchlässigkeit als 100% angenommen, wenn keine Spannung angelegt war.

DE 43 39 395 A1

[Bewertung von Schwinkel-Charakteristika]

BEISPIEL 1E

Das optisch anisotrope Element RF wurde wie in Fig. 1 dargestellt aufgestellt, die andere Anordnung war dieselbe wie in der oben beschriebenen optischen Anordnung. Als optisch anisotropes Element RF wurde die in Beispiel 1A hergestellte Styrol-Acrylnitril-Platte verwendet, und die Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) mit 0V/5V-Kontrast-10-Standards, wurden mit einem LCD-5000 (Otsuka Electronics Co., Ltd.) gemessen.

BEISPIEL 1F

In einem optischen System, das dem von Beispiel 1E ähnlich war, wurde die in Beispiel 1B hergestellte Styrol-Acrylnitril-Platte als optisch anisotropes Element RF verwendet, und die Charakteristika des Schwinkels (höher, tiefer, links und rechts) des gleichen Kontrast-10-Standard, bestimmt.

BEISPIEL 1G

In einem optischen System, das dem von Beispiel 1E ähnlich war, wurde die in Beispiel 1C hergestellte Styrol-Acrylnitril-Platte als optisch anisotropes Element RF verwendet, und die Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) des gleichen Kontrast-10-Standards, erhalten.

BEISPIEL 1H

In einem optischen System, das dem von Beispiel 1E ähnlich war, wurde die in Beispiel 1D hergestellte Styrol-Acrylnitril-Platte als optisch anisotropes Element RF verwendet, und die Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) desselben Kontrast-10-Standards, erhalten.

VERGLEICHBSBEISPIEL 1C

In einem optischen System, das jenem von Beispiel 1E ähnlich war, wurden Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) eines 0V/5V-Kontrast-10-Standards ohne das optisch anisotrope Element RF erhalten.

VERGLEICHBSBEISPIEL 1D

In einem optischen System, das jenem von Beispiel 1E ähnlich war, wurde die im Vergleichsbeispiel 1A hergestellte Styrol-Acrylnitril-Platte als optisch anisotropes Element RF verwendet, und die Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) wurden mit dem gleichen Kontrast-10-Standard erhalten.

VERGLEICHBSBEISPIEL 1E

In einem optischen System, das jenem von Beispiel 1E ähnlich war, wurde die im Vergleichsbeispiel 1B hergestellte Styrol-Acrylnitril-Platte als optisch anisotropes Element RF verwendet, und die Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) des gleichen Kontrast-10-Standard erhalten.

Tabelle 2 zeigt Schwinkel (höher, tiefer, links und rechts) für den Kontrast-10-Standard, wie sie durch die Experimente in den Beispielen 1E bis 1H und in den Vergleichsbeispielen 1C bis 1E erhalten wurden.

Tabelle 2

	höher	tiefer	links	rechts
Beispiel 1E	56°	45°	55°	50°
Beispiel 1F	47°	37°	34°	39°
Beispiel 1G	44°	35°	40°	38°
Beispiel 1H	35°	38°	35°	39°
Vergleichsbeispiel 1C	29°	18°	33°	36°
Vergleichsbeispiel 1D	20°	12°	23°	60°
Vergleichsbeispiel 1E	20°	40°	36°	39°

[Ausführungsform 2]

BEISPIEL 2A

5 33 Gew.% Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht (TE-3), 47 Gew.% Polymethylmetacrylat, 2 Gew.% Acetoxybenzophenon und 18 Gew.% polymerisierbare Acrylverbindung wurden miteinander vermischt, und das Gemisch wurde in Methylenchlorid unter Bildung einer Flüssigkristall-Lösung (SE-1) gelöst. Nachdem SE-1 auf einen Polyethylenterephthalatfilm aufgetragen war, wurde ein Magnetfeld in einer Richtung, die 15° von der Richtung senkrecht zur Folienoberfläche weg geneigt war in einer Atmosphäre, die bei 90°C gehalten wurde, angelegt, und mit Licht aus einer Xenonlampe bestrahlt; und so ein optisch anisotropes Element (KH-1) hergestellt.

BEISPIEL 2B

15 33 Gew.% Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht (TE-4), 47 Gew.% Polyvinylbutyral und 20 Gew.% eines Acrylpolymer, das eine Arylgruppe in der Seitenkette hatte, wurden gemischt, die Mischung wurde in Chloroform unter Bildung einer Flüssigkristall-Lösung (SE-2) gelöst. Nach dem Auftragen von SE-2 auf einen Polyethylenterephthalatfilm wurde ein magnetisches Feld in einer Richtung, die 38° von der Richtung senkrecht zur Folienoberfläche weg geneigt war, in einer Atmosphäre, die bei 100°C gehalten wurde, angelegt; es wurde mit Licht aus einer Xenonlampe bestrahlt und so ein optisch anisotropes Element (KH-2) hergestellt.

BEISPIEL 2C

25 Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht (TE-12) und die in Beispiel 2A verwendete polymerisierbare Acrylverbindung wurden im Verhältnis 3 : 2 miteinander vermischt. Nach Zusatz von Acetoxybenzophenon in einer Menge von 1 Gew.% wurde dieses in einem Homogenisator zu einer 30%igen wäßrigen Lösung von Polyvinylalkohol dispergiert, und so eine Flüssigkristall-Lösung (SE-3) hergestellt. Nach dem Auftragen von SE-3 auf einen Polyethylenterephthalatfilm wurde ein magnetisches Feld in einer Richtung, die 28° von der Richtung senkrecht zur Folienoberfläche geneigt war, in einer Atmosphäre, die bei 110°C gehalten wurde, angelegt; es wurde mit Licht aus einer Xenonlampe bestrahlt und auf diese Weise ein optisch anisotropes Element (KH-3) hergestellt.

VERGLEICHBSBEISPIEL 2A

35 33 Gew.% des gleichen Flüssigkristalls mit niedrigem Molekulargewicht wie im Beispiel 2B, 47 Gew.% Polyvinylbutyral, 20 Gew.% Acrylpolymer mit einer Arylgruppe in der Seitenkette wurden miteinander vermischt, die Mischung wurde in Chloroform gelöst, um eine Flüssigkristall-Lösung (SE-2) zu bilden. Nachdem SE-2 auf einen Polyethylenterephthalatfilm aufgetragen worden war, wurde ein magnetisches Feld senkrecht zur Folienoberfläche in einer Atmosphäre, die bei 100°C gehalten wurde, angelegt, es wurde mit Licht aus einer Xenonlampe bestrahlt und so ein optisch anisotropes Element (KH-4) hergestellt.

VERGLEICHBSBEISPIEL 2B

45 33 Gew.% des gleichen Flüssigkristalls mit niedrigem Molekulargewicht, wie er in Beispiel 2A verwendet worden war, 47 Gew.% Polymethylmetacrylat, 2 Gew.% Acetoxybenzophenon und 18 Gew.% polymerisierbarer Acrylverbindung wurden miteinander gemischt, dieses Gemisch wurde in Methylenchlorid gelöst, um eine Flüssigkristall-Lösung (SE-1) zu bilden. Durch Auftragen von SE-1 auf einen Polyethylenterephthalatfilm wurde ein optisch anisotropes Element (KH-5) hergestellt.

[Messung der optischen Achse]

50 Mit den optisch anisotropen Elementen, die in den Beispielen 2A bis 2C und den Vergleichsbeispielen 2A bis 2B hergestellt worden waren, wurde der Winkel zwischen optischer Achse und Normallinie wie auch n_e und n_o nach dem gleichen Verfahren wie in Ausführung 1 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 angegeben.

55

60

65

DE 43 39 395 A1

Tabelle 3

	Optisch anisotro- pes Element	Winkel zwi- schen opti- scher Achse und Normal- linie	$n_e - n_o$	Dicke des optisch an- isotropen Elements (μm)
Beispiel 2A	KH-1	16°	- 0,007	50
Beispiel 2B	KH-2	35	- 0,004	37
Beispiel 2C	KH-3	23°	- 0,006	60
Vergleichs- beispiel 2A	KH-4	0°	- 0,006	55
Vergleichs- beispiel 2B	KH-5	keine op- tische Achse wegen Isotropie	0	65

[Beurteilung der Sehwinkel-Charakteristika]

Unter Verwendung der optisch anisotropen Elemente, die in den Beispielen 2A bis 2C und in den Vergleichsbeispielen 2A bis 2B hergestellt worden waren, als optisch anisotropes Element RF, wie in Fig. 1 gezeigt, wurden die Sehwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) von 0V/5V-Kontrast-10-Standard in der optischen Anordnung des Flüssigkristall-Anzeigeelements wie in Ausführungsform 1 erhalten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Tabelle 4

	optisch anisotropes Element	höher - tiefer	links - rechts
Beispiel 2A	KH-1	50° - 43°	52° - 45°
Beispiel 2B	KH-2	45° - 41°	42° - 40°
Beispiel 2C	KH-3	55° - 47°	50° - 45°
Vergleichsbeispiel 2A	KH-4	20° - 18°	34° - 39°
Vergleichsbeispiel 2B	KH-5	29° - 17°	31° - 30°
	keine	29° - 18°	33° - 36°

[Ausführungsform 3]

BEISPIEL 3A

Makromolekularer Flüssigkristall (TE-2) wurde in Methylenchlorid gelöst, und es wurde eine Lösung (SE-4) mit 10 Gew.% makromolekularem Flüssigkristall hergestellt. Auf einem Galssubstrat wurde eine 3%ige Lösung von Octadecyltriethoxysilan in Isopropanol aufgetragen und nach 30-minütigem Trocknen bei 100°C wurde mit Ethanol gewaschen. Nach erneutem Trocknen bei 100°C für 30 Minuten wurde ein Reibungsvorgang mit

flockiger Kleidung durchgeführt. Nach dem Arbeitsgang der Orientierung wurde die Lösung des makromolekularen Flüssigkristalls (SE-4) auf das Glassubstrat aufgetragen und ein optisch anisotropes Element (KH-6) hergestellt.

VERGLEICHBSPIEL 3A

Die Lösung des makromolekularen Flüssigkristalls (SE-4) aus Beispiel 3A wurde mit demselben Arbeitsvorgang auf ein Glassubstrat ohne Ausrichtungsverfahren aufgetragen, und so ein optisch anisotropes Element (KH-7) hergestellt.

[Messung der optischen Achse]

An den optisch anisotropen Elementen, die in Beispiel 3A und Vergleichsbeispiel 3A hergestellt worden waren, wurde der Winkel zwischen optischer Achse und Normallinie wie auch n_e und n_o nach dem gleichen Verfahren wie in Ausführungsform 1 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5

	Optisch anisotropes Element	Winkel zwischen optischer Achse und Normallinie	$n_e - n_o$	Dicke des optisch anisotropen Elements (μm)
Beispiel 3A	KH-6	21°	- 0,005	72
Vergleichsbeispiel 3A	KH-7	wegen Isotropie keine optische Achse	0	30

[Beurteilung der Schwinkel-Charakteristika]

Unter Verwendung der optisch anisotropen Elemente, die in Beispiel 3A und Vergleichsbeispiel 3A hergestellt worden waren, als optisch anisotropes Element RF, das in Fig. 1 gezeigt ist, wurden Schwinkel-Charakteristika (höher, tiefer, links und rechts) eines 0V/5V-Kontrast-10-Standards in einer optischen Anordnung des Flüssigkristall-Anzeigeelementes, die ähnlich der von Ausführungsform 1 war, erhalten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6

	optisch anisotropes Element	höher - tiefer	links - rechts
Beispiel 3A	KH-6	52° - 43°	42° - 40°
Vergleichsbeispiel 3A	KH-7	20° - 37°	34° - 39°
	keins	29° - 18°	33° - 36°

[Ausführungsform 4]

BEISPIEL 4A

Durch Kondensation von Phosgen mit Bisphenol A wurde ein Polycarbonat mit einem Gewichtsmittel des

Molekulargewichts (bezogen auf Styrol) von 30000 erhalten, dieses wurde in Methylendichlorid gelöst, um eine 20%ige Lösung herzustellen. Diese wurde auf eine Stahltrommel gegossen und kontinuierlich abgezogen und getrocknet; und so wurde ein Film (F-1) mit einer Breite von 15 cm und einer Dicke von 120 µm erhalten. Dieser Film wurde zwischen Walzen R₄ und R₅ mit unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten gequetscht und es wurden 200 m Film (F-2) in Form einer Walze hergestellt.

In Fig. 9 ist Walze R₁ eine Zuführwalze; R₂ und R₃ stellen jeweils eine Haltewalze oder eine Vorheizwalze ohne Antriebssystem dar. R₄ und R₅ stellen jeweils eine Walze mit Antriebssystem dar, bei dem die periphere Geschwindigkeit wie gewünscht gesteuert werden kann. Der Druck zwischen R₄ und R₅ kann auch durch hydraulischen Druck gesteuert werden. R₆ ist eine Aufwickelwalze mit Antriebssystem, die Aufwickelgeschwindigkeit wird durch Kontrolle der Spannung gesteuert. Die Walzen R₂ bis R₅ sind mit eingebauten Heizelementen versehen, der Temperatursensor ist an der Walzenoberfläche montiert. Die durch den Temperatursensor nachgewiesene Temperatur wird zu dem Heizelement zurückgeführt, und die Temperatur wird mit einer Genauigkeit von ± 1°C durch PIC-Kontrolle gesteuert.

Die Formbedingungen für den Film F-2 in der in Fig. 9 dargestellten Apparatur sind wie folgt:

Umfangsgeschwindigkeit von R₄ und R₅: 2,8 m/min und 1,9 m/min

Oberflächentemperatur von R₄ und R₅: 145°C

Die auf den Film, der zwischen R₄ und R₅ eingequetscht ist, angewandte Kraft: 2000 kg

Durchmesser der Walzen R₄ und R₅: 150 mm.

Anschließend wurde ein laterales uniaxiales Dehnen bei dem so erhaltenen Film F-2 mit einer Spanmmaschine durchgeführt, und es wurde der Film (F-3) erhalten. Die Dehnungsbedingungen waren wie folgt:

Dehnungstemperatur: 160°C

Grad der Dehnung: 7%

Filmzuführgeschwindigkeit: 3 m/min.

[Bestimmung der optischen Eigenschaften]

An den optisch anisotropen Elementen des Films F-1, F-2 und F-3 von Beispiel 4A wurde die Abhängigkeit des Gangunterschiedes Re vom schrägen Einfallswinkel unter Verwendung eines Polarimeters für elliptisch polarisiertes Licht AEP-100 (Shimadzu Corporation) nach dem Transmissionsmodus bestimmt. Der Brechungsindex in lateraler Richtung und die Filmdicke wurde unter Verwendung eines Abbe's-Refraktometers bzw. unter Verwendung eines Mikrometers gemessen. Aus diesen gemessenen Werten wurden der 3-axiale Brechungsindex und der Neigungswinkel der Haupt-Brechungsindex-Achse errechnet. Fig. 10 zeigt die Beziehung des so errechneten 3-axialen Brechungsindex. Hierbei ist n₁ der niedrigste Brechungsindex, n₂ der Brechungsindex in lateraler Richtung, n₃ ein anderer Haupt-Brechungsindex, der die Richtung von n₂ senkrecht kreuzt und β ist ein Winkel, bei dem n₁ von der Richtung senkrecht zum Film weg geneigt ist. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefaßt.

Tabelle 7

Film	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁ Neigungs- winkel β	Δn x d
F-1	1,5830	1,5830	1,5830	-	0 nm
F-2	1,5805	1,5821	1,5868	18°	372 nm
F-3	1,5804	1,5835	1,5836	23°	326 nm
F-4	1,5810	1,5845	1,5844	0°	326 nm
F-5	1,5817	1,5820	1,5867	0°	265 nm
F-6	1,5803	1,5835	1,5835	22°	330 nm
F-7	1,5807	1,5832	1,5839	35°	268 nm

(Anmerkung) $\Delta n = (n_2 + n_3) \div 2 - n_1$

VERGLEICHBSBEISPIEL 4A

Der Film F-1, der in Beispiel 4A hergestellt worden war, wurde durch Kalandervalzen, die auf 150°C geheizt waren, gewalzt und so ein Film mit Oberflächenorientierung (F-4) hergestellt. Die optischen Eigenschaften wurden nach dem gleichen Verfahren wie in Beispiel 4A bestimmt. Dieser Film F-4 ist ein negativer uniaxialer Film, dessen optische Achse in einer Richtung senkrecht zur Filmoberfläche verläuft. Die Ergebnisse sind in

Tabelle 1 angegeben.

BEISPIEL 4B

5 Mit dem Film F-1, der in Beispiel 4A hergestellt worden war, wurde ein laterales uniaxiales Dehnen bei Temperaturbedingungen von 160°C unter Verwendung einer Spannmachine durchgeführt, es wurde der Film (F-5) erhalten. Der Dehnungsgrad betrug in diesem Fall 7%. Aus dem Film F-5 wurde unter den gleichen Bedingungen wie im Beispiel 4A und unter Verwendung der Apparatur von Fig. 9 des Beispiels 4 ein Film geformt, und zwar wurde der Film (F-6) erhalten. Von den Filmen F-5 und F-6 wurden die optischen Eigenschaften nach dem gleichen Verfahren wie im Beispiel 4A bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 angegeben. Der Film F-5 erfüllte die Beziehung $n_{TD} > n_{MD}$, der Film F-6 war ein negativer uniaxialer Film, dessen optische Achse in der gleichen Weise wie bei dem Film F-3, der in Beispiel 4A hergestellt worden war, geneigt war.

BEISPIEL 4C

15 Der Film F-4, der im Vergleichsbeispiel 4A hergestellt worden war, wurde mit der in Fig. 9 dargestellten Apparatur geformt und so der Film (F-7) erhalten. Die Bedingungen waren wie folgt:
Umfangsgeschwindigkeit von R_4 und R_5 : 2,0 m/min und 1,9 m/min
Oberflächentemperatur von R_4 und R_5 : 148°C
20 Kraft, die auf den R_4 und R_5 eingequetschten Film einwirkte: 2000 kg
Durchmesser der Walzen R_4 und R_5 : 150 mm.

Bei dem so erhaltenen Film F-7 wurden die optischen Eigenschaften nach dem gleichen Verfahren wie in Beispiel 4A bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt. Der Film F-7 war ein negativer uniaxialer Film mit geneigter optischer Achse.

BEISPIEL 4D

[Beurteilung der Sehwinkel-Charakteristika]

30 Für den Fall, wo die Filme F-3, F-4, F-6 und F-7 der obigen Beispiele 4A bis 4C und des Vergleichsbeispiels 4A in einer TN-Flüssigkristall-Zelle CE als optisch anisotropes Element RF von Fig. 1 verwendet wurden und für den Fall, wo ein derartiger Film nicht angebracht ist, wurden die Sehwinkel-Charakteristika für 0V/5V-Kontrast mit einem LCD-5000 (Otsuka Electronics Co., Ltd.) bestimmt, indem eine Spannung mit einer Rechteckwelle von 30 Hz an die Flüssigkristall-Zelle CE angelegt wurde. Die Position des Kontrastes 10 wurde als Sehwinkel definiert, und die Ergebnisse der Sehwinkel-Charakteristika (darüber, darunter, links und rechts) sind in Tabelle 8 angegeben. In diesem Fall war die TN-Flüssigkristall-Zelle CE so angeordnet, daß die Reibungsachse an der Seite der polarisierenden Platte B bei 135°C in Bezug auf die X-Achse war, die polarisierende Achse PA der polarisierenden Platte A bei 45° zur X-Achse war und die polarisierende Achse PB der polarisierenden Platte B bei 135° zur X-Achse war. Der Verzögerungswert R_e , d. h. $(n_e - n_o) \times \text{Spaltgröße}$, der Flüssigkristall-Zelle CE, die hier verwendet wurde, war 470 nm und der Verdrehungswinkel betrug 90°.

Tabelle 8

45		Film	höher	tiefer	links	rechts
	vorliegende Erfindung	F-3	53°	45°	50°	55°
50	vorliegende Erfindung	F-6	55°	46°	51°	55°
55	vorliegende Erfindung	F-7	45°	25°	48°	51°
	Vergleich	F-4	24°	13°	33°	50°
	Vergleich	keiner	29°	18°	33°	36°

Die obigen Ergebnisse legen nahe, daß die Sehwinkel-Charakteristika eines Flüssigkristall-Anzeigeelements des TN-Typs durch die vorliegende Erfindung verbessert werden können und daß es möglich ist, ein Flüssigkristall-Anzeigeelement für eine Anzeige hoher Qualität zu liefern.

65 Wenn das optisch anisotrope Element der vorliegenden Erfindung in einem Flüssigkristall-Anzeigeelement des TN-Typs verwendet wird, werden, wie oben beschrieben, die Sehwinkel-Charakteristika verbessert, und es ist möglich, ein Flüssigkristall-Anzeigeelement mit einer Hochqualitätsanzeige mit ausgezeichnete Sichtbarkeit

DE 43 39 395 A1

zu liefern. Es ist überflüssig zu sagen, daß ausgezeichnete Wirkungen erhalten werden können, wenn das optisch anisotrope Element der vorliegenden Erfindung bei einem Flüssigkristall-Anzeigeelement durch aktiven Matrix-Typs unter Verwendung eines 3-Terminal- oder 2-Terminal-Elements wie z. B. TFT oder MIM angewendet wird.

Patentansprüche

1. Optisch anisotropes Element umfassend eine Flüssigkristall-Zelle, in welcher ein verdrehter nematischer Flüssigkristall zwischen zwei Elektrodensubstraten eingequetscht ist, und zwei polarisierende Elemente, die auf beiden Seiten davon angeordnet sind, wobei der Flüssigkristall gegebenenfalls zwischen der Flüssigkristall-Zelle und dem polarisierenden Element angeordnet ist, das optisch anisotrope Elemente eine folienartige Struktur hat und negative einachsige Eigenschaften aufweist und in einer Weise angeordnet ist, daß seine optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche ist. 10
2. Optisch aktives anisotropes Elemente nach Anspruch 1, bei dem die optische Achse in einem Winkel von 10° bis 40° von einer zur Folienoberfläche senkrechten Richtung weg geneigt ist.
3. Optisch aktives anisotropes Element nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht in einer makromolekularen Matrix enthalten ist. 15
4. Optisch anisotropes Element nach Anspruch 3, bei dem die Orientierung (Ausrichtung) des Flüssigkristalls mit niedrigem Molekulargewicht durch eine oder mehrere Vernetzung(en) zwischen den makromolekularen Matrizen, Vernetzung zwischen den Flüssigkristallen mit niedrigem Molekulargewicht oder Vernetzung zwischen makromolekularer Matrix und dem Flüssigkristall mit niedrigem Molekulargewicht fixiert ist. 20
5. Optisch anisotropes Element nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein ausgerichtetes Flüssigkristall-Makromolekül enthalten ist.
6. Optisch anisotropes Element nach Anspruch 5, bei dem das Flüssigkristall-Makromolekül durch Aufgießen oder Auftragen auf ein homeotropes Orientierungssubstrat oder auf ein geneigtes Orientierungssubstrat ausgerichtet wird. 25
7. Verfahren zur Herstellung eines optisch anisotropen Elements, welches folienartige Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist und dessen optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß Flüssigkristalle mit niedrigem Molekulargewicht in einer makromolekularen Matrix dispergiert werden und eine Orientierung durch Anwendung eines elektrischen Feldes oder eines magnetischen Feldes eingestellt wird. 30
8. Verfahren zur Herstellung eines optisch anisotropen Elements, welches eine folienartige Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist und dessen optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche angeordnet ist, wobei eine Folie, die aus thermoplastischem Harz hergestellt ist und das Merkmal der Lichtdurchlässigkeit aufweist, zwischen zwei beheizten Walzen mit unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten gepreßt wird, um Scherspannung zwischen zwei Seiten der Folie zu erzeugen. 35
9. Verfahren zur Herstellung eines optisch anisotropen Elements, welches eine folienartige Struktur hat, negative einachsige Eigenschaften aufweist und dessen optische Achse weder senkrecht noch parallel zur Folienoberfläche angeordnet ist, wobei Flüssigkristall-Makromoleküle auf ein homeotropes Orientierungssubstrat oder auf ein geneigtes Orientierungssubstrat gegossen oder aufgetragen werden, und eine Orientierung (Ausrichtung) durch Anlegen eines elektrischen Feldes oder eines magnetischen Feldes eingestellt wird. 40

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1

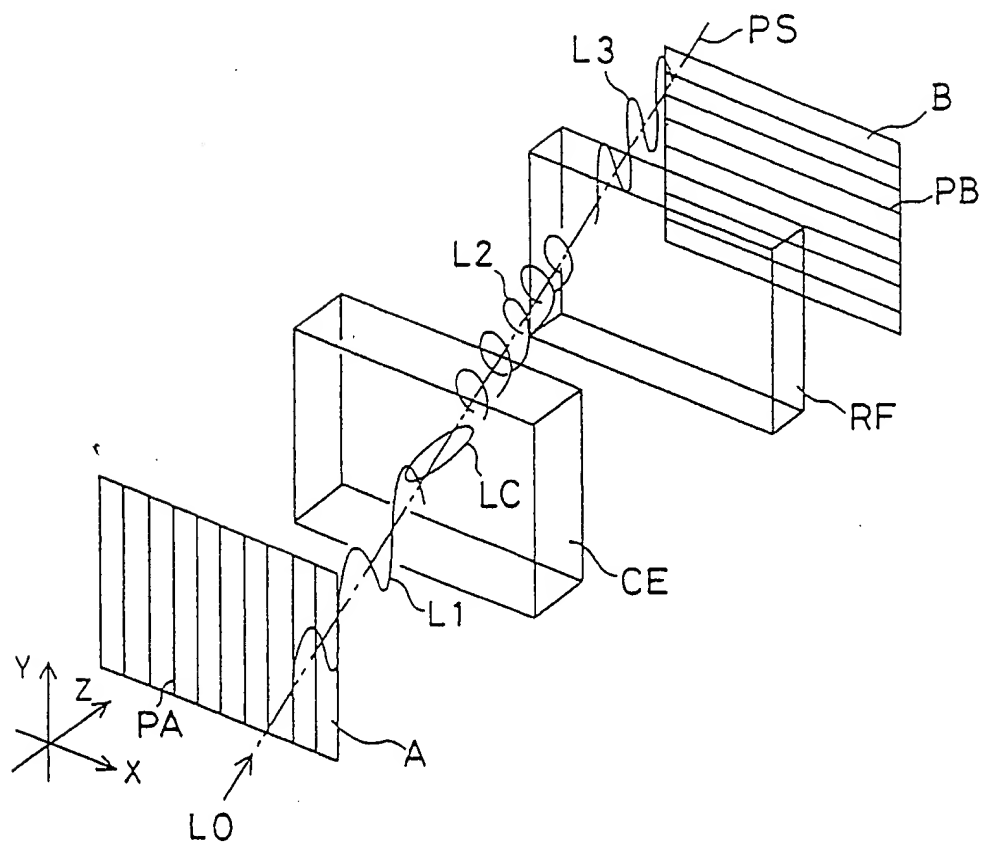


FIG. 2

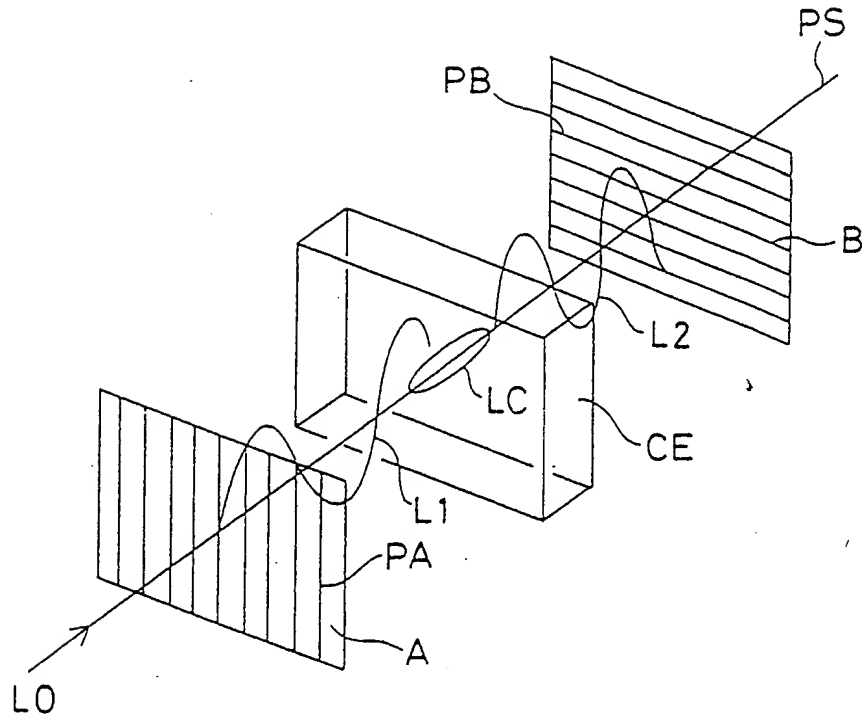


FIG. 3

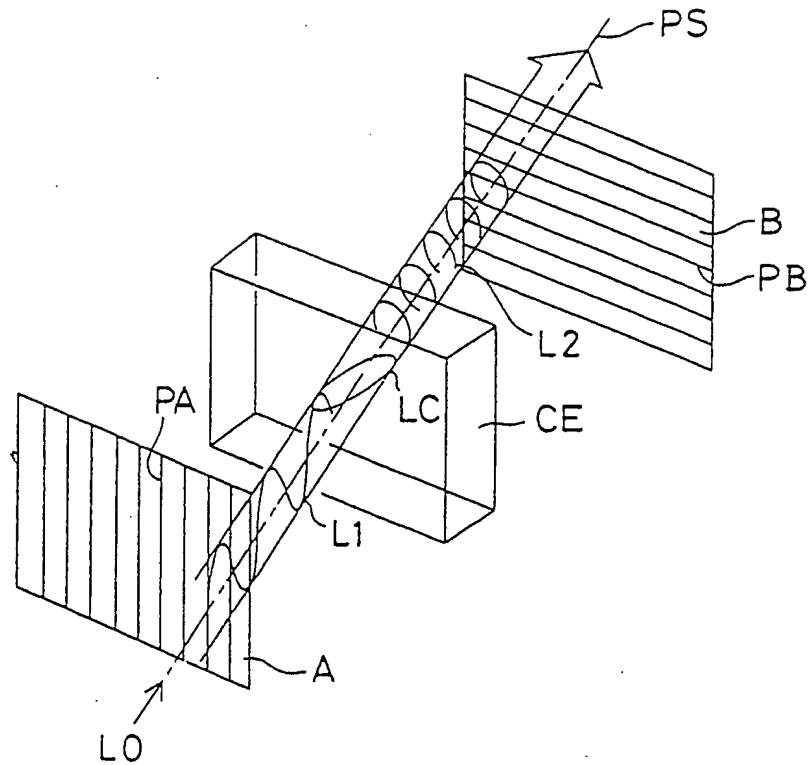


FIG. 4

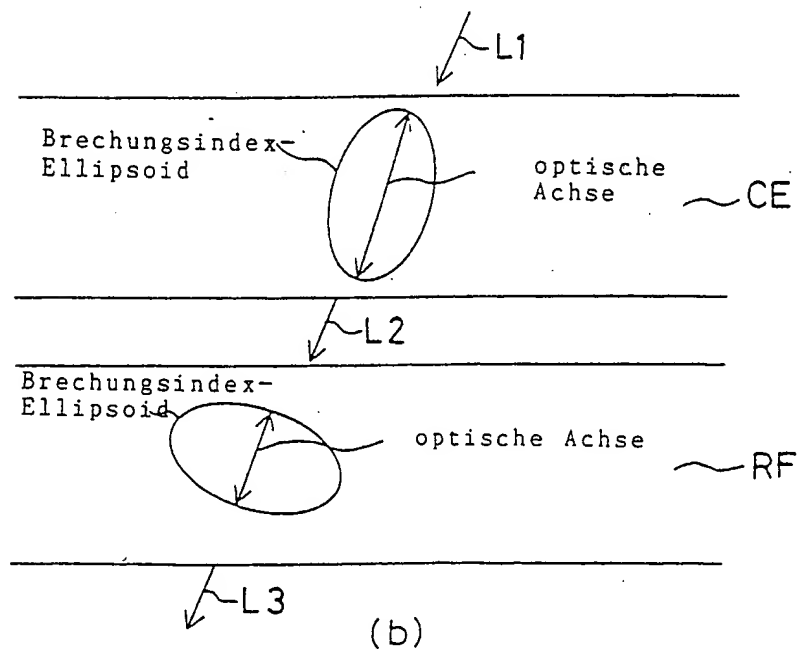
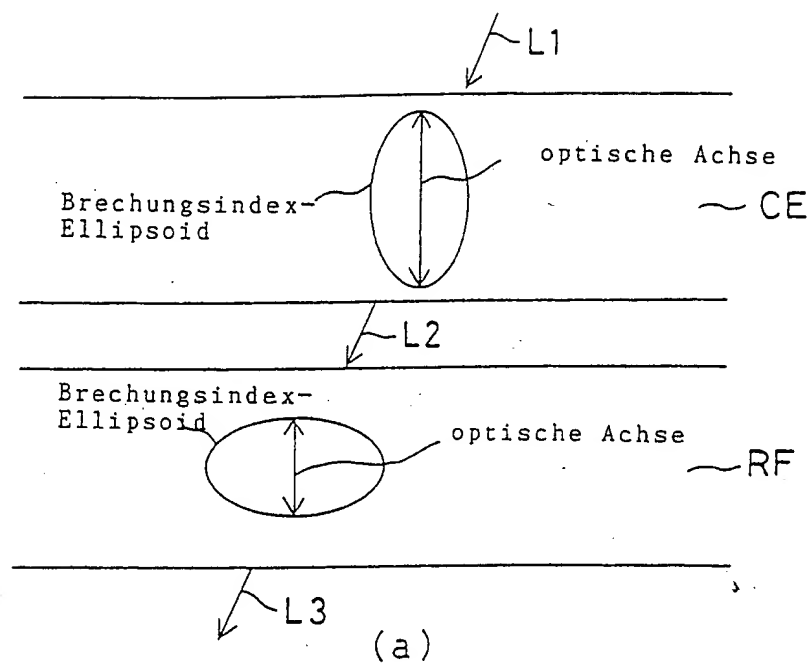


FIG. 5

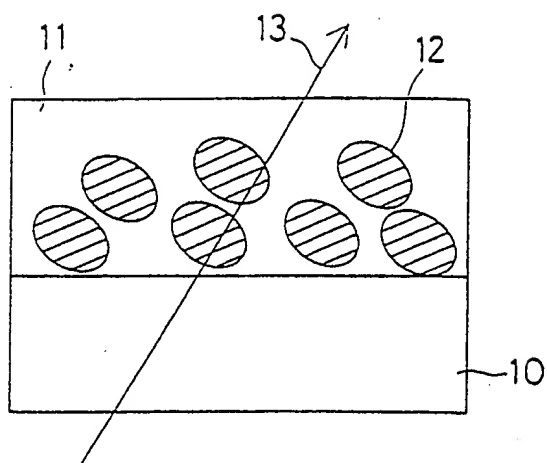


FIG. 6

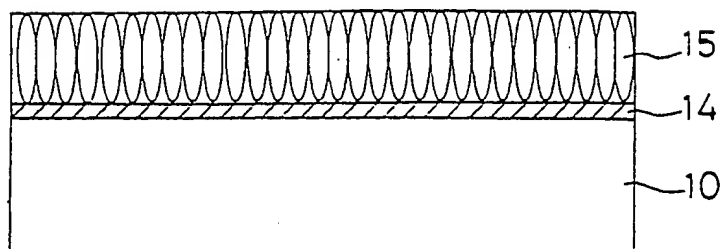


FIG. 7

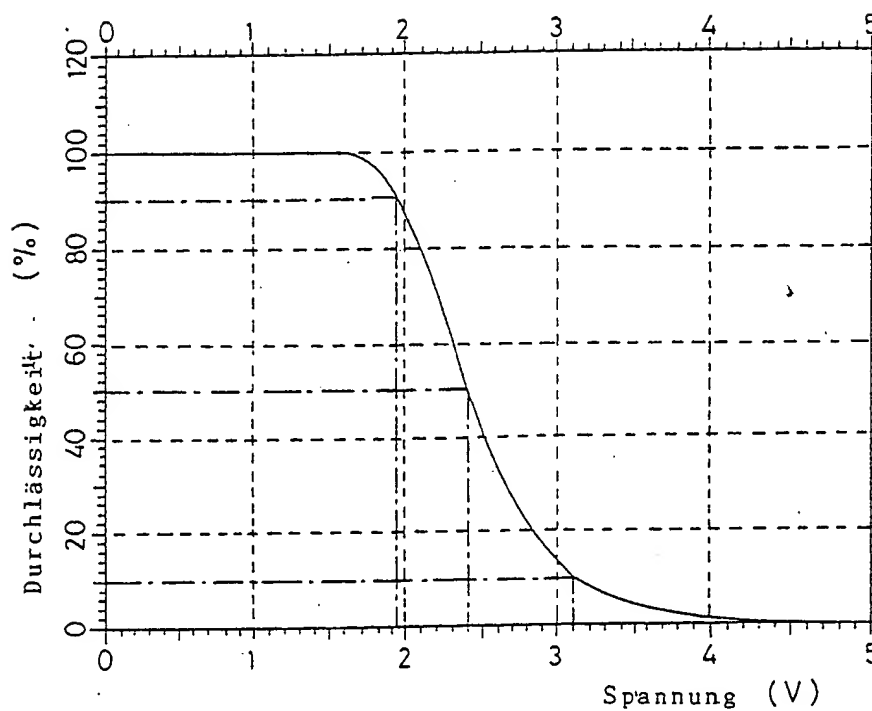


FIG. 8

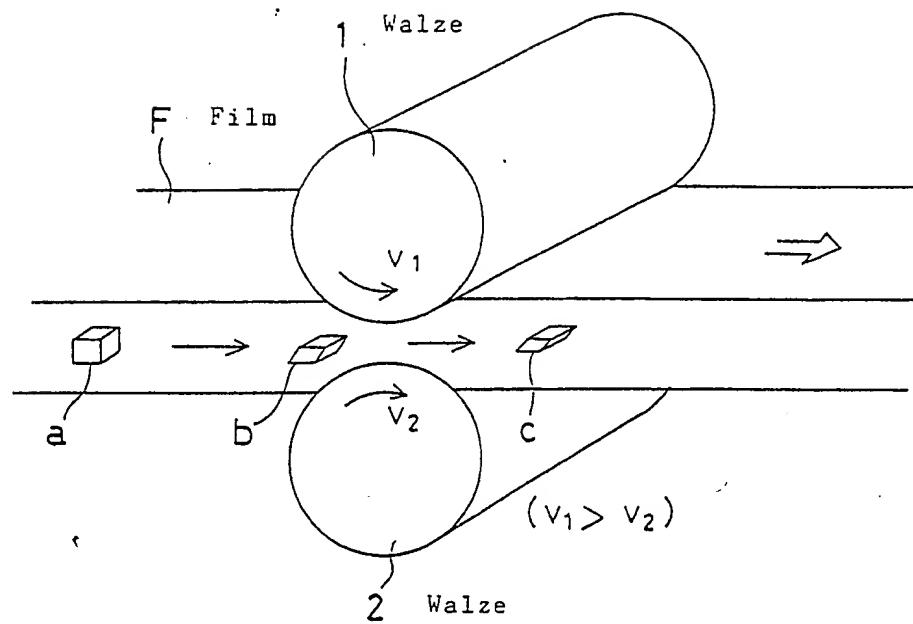


FIG. 9

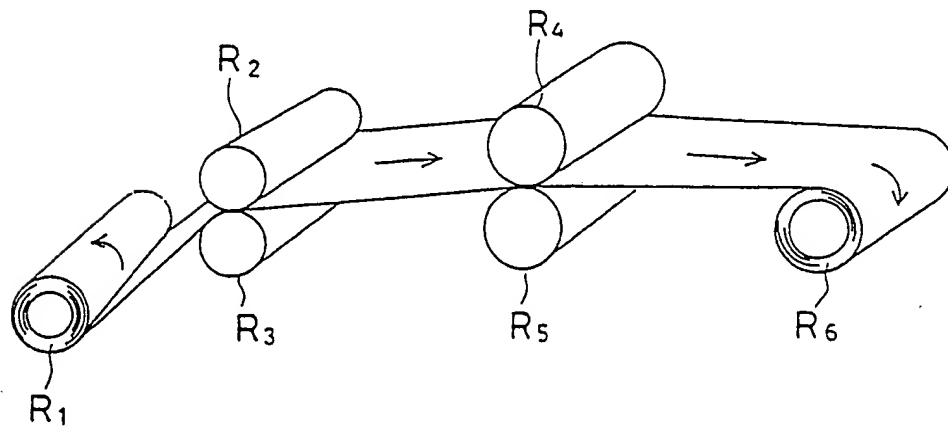


FIG. 10

